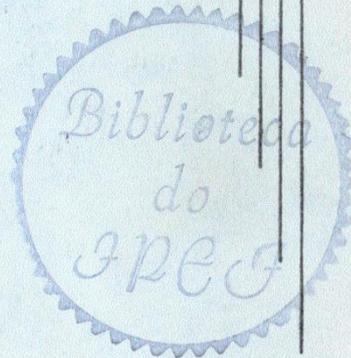




BOLETIM INFORMATIVO

PESQUISA TECNOLÓGICA
PARA MELHORIA
DA QUALIDADE
DO PINHO



B. Inf. PPT

Piracicaba

v. 2

n. 11

p.1-79

jun.1982

“PESQUISA TECNOLÓGICA PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DO PINHO”

PROCESSO : 7021/81

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL-IBDF
INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA – ESALQ/USP

BOLETIM INFORMATIVO

B. Inf. PPT	Piracicaba	v. 2	n. 11	p. 1-79	Jun. 1982
-------------	------------	------	-------	---------	-----------

SUMÁRIO

I. Pessoal do projeto de pinheiros tropicais

II. Produção de sementes melhoradas de pinheiros tropicais

Produção e qualidade das sementes de *Pinus oocarpa* em diferentes condições de exposição da copa

1. Introdução
2. Material e Métodos
3. Resultados
4. Discussão
5. Conclusões

Estudo da dispersão de pólen de *Pinus oocarpa* através de armadilhas

1. Introdução
2. Material e Métodos
3. Resultados e Discussão
4. Agradecimentos
5. Referências Bibliográficas

III. Influência de fungos micorrízicos no desenvolvimento de pinheiros tropicais

Efeitos dos fungos ectomicorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral no crescimento e sobrevivência de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, em condições de campo

1. Introdução
2. Material e Métodos
3. Resultados e Discussão
4. Resumo e Conclusões
5. Referências Bibliográficas

Ocorrência de micorrizas em espécies de *Pinus* e identificação dos fungos associados

1. Introdução
2. Ocorrência e Classificação das micorrizas
3. Alguns fungos ectomicorrízicos mais comumente observados em viveiros e plantações de *Pinus* no Brasil
4. Referências Bibliográficas

IV. Relação entre as propriedades físico-mecânicas da madeira de pinheiros tropicais e possibilidades de sua utilização em embalagens e estruturas

Madeira de pinheiros tropicais para caixotaria: estimativa do volume de madeira serrada e resíduos obtidos de toras desdobradas em serras de fita

1. Introdução
2. Material e Métodos
3. Resultados
4. Discussões e Conclusões

V. Produção de lâminas e painéis compensados de madeira de pinheiros tropicais

Efeito da quantidade de adesivo e do tempo de montagem na qualidade do painel compensado de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

1. Introdução
2. Material e Métodos
3. Resultados e Discussão

Efeito da temperatura e do tempo de prensagem na qualidade do painel compensado de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

1. Introdução
2. Material e Métodos
3. Resultados e Discussão
4. Conclusões
5. Agradecimentos
6. Referências Bibliográficas

“Pesquisa Tecnológica para a Melhoria da Qualidade do Pinho”

“Projeto de Pinheiros Tropicais”

Responsável: Dr. João Walter Simões

Coordenador: Dr. Mario Tomazello Filho

Tec. Assist. Adm.: Sérgio Rodrigues Salgueiro

I. SUB-PROJETOS E SEUS RESPONSÁVEIS

SUB-PROJETO 03 – Produção de sementes melhoradas de pinheiros tropicais : Dr. Paulo Yoshio Kageyama.

SUB-PROJETO 07 – Influência dos fungos micorrízicos no desenvolvimento de pinheiros tropicais: Dr. Tasso Leo Krugner
Dr. Mário Tomazello Filho.

SUB-PROJETO 09 – Relação entre propriedades físico-mecânicas da madeira de pinheiros tropicais e possibilidades de sua utilização em embalagens e estruturas Prof. José Nivaldo Garcia.

SUB-PROJETO 12 – Produção de lâminas e painéis compensados de madeira de pinheiros tropicais: Prof. Ivaldo Pontes Jankowsky
Engº Ftal. Osmar José R. de Aguiar

II. PRODUÇÃO DE SEMENTES MELHORADAS DE PINHEIROS TROPICAIS

Produção e qualidade das sementes de *Pinus oocarpa* em diferentes condições de exposição da copa

Estudo da dispersão de pólen de *Pinus oocarpa* através de armadilhas

PRODUÇÃO E QUALIDADE DAS SEMENTES DE *Pinus oocarpa* EM
DIFERENTES CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO DA COPA

Roberto Alonso Silveira*
Paulo Yoshio Kageyama**

1. INTRODUÇÃO

Dentre as espécies mais utilizadas de *Pinus* tropicais destaca-se o *Pinus oocarpa*, o qual foi estudado no presente trabalho, tendo como objetivos principais:

- estudar a qualidade da semente produzida no “site”;
- estudo dos efeitos produzidos na semente de acordo com a sua posição no talhão e na árvore.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As árvores de *Pinus oocarpa* utilizadas neste estudo estão localizadas no município de Sacramento, estado de Minas Gerais, propriedade da Reflorestadora Sacramento “RESA” Ltda.

O talhão de número 29 do projeto 4 onde coletaram-se os dados, foi reflorestado em abril de 1972, o qual no período do ensaio não tinha sofrido desbaste.

De cada lado do talhão (Figura 1) escolheram-se 10 árvores de bordadura com no mínimo 10 cones em cada face (face externa e interna em relação ao talhão).

Para efeito de contagem dos cones, as copas foram divididas visualmente em face externa e interna.

Paralelamente à contagem dos cones, coletaram-se 10 dos mesmos de cada lado.

Para a realização do teste de germinação as sementes foram reunidas em lotes provenientes das faces internas e externas de cada lado do talhão, obtendo-se assim 8 tratamentos. De cada tratamento foram obtidas amostragens de 50 sementes com 4 repetições.

Cada amostragem foi disposta em caixa de germinação, e em seguida colocada em germinador.

* Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal – Depto. de Silvicultura da ESALQ/USP.

** Professor Assistente Doutor - Depto. de Silvicultura da ESALQ/USP.

Foram realizadas 2 avaliações do teste de germinação, a primeira aos 13 dias e a segunda aos 21 dias.

Os resultados encontram-se nas tabelas 1, 2 e 3 .

3. RESULTADOS

TABELA 1. Número de cones, número de sementes em 100 cones, número de sementes por cone, porcentagem de sementes chochas e de germinação de cada tratamento.

TRATAMENTOS	Nº CONES	Nº sem. em 100 cones	Nº sem./ cone	% Sem. Chochas*	%G
Lado 1 do talhão, face externa das árvores	1983	1402	14	33,5	60,5
Lado 1 do talhão, face interna das árvores	1019	1749	17	55,2	26,0
Lado 2 do talhão, face externa das árvores	1582	2239	22	26,0	65,0
Lado 2 do talhão, face interna das árvores	1058	1770	18	35,2	55,5
Lado 3 do talhão, face externa das árvores	1295	1687	17	22,0	63,0
Lado 3 do talhão, face interna das árvores	1074	1593	16	20,0	63,0
Lado 4 do talhão, face externa das árvores	1488	2107	21	21,5	77,0
Lado 4 do talhão, face interna das árvores	732	1969	19	37,0	55,5

* A diferença da somatória (P/100%) das colunas 4 e 5 de cada tratamento refere-se a sementes anormais, duras e mortas.

TABELA 2. Número de cones, número de sementes em 200 cones, número de sementes por cone, porcentagem de sementes chochas e de germinação por lado do talhão.

Lados do Talhão	Nº Cones	Nº sem. em 200 cones	Nº sem./Cone	% Sem. Chochas	%G
Lado 1	2912	3151	16	44,3	43,25
Lado 2	2640	4009	20	30,6	60,25
Lado 3	2369	3257	16	21,0	63,0
Lado 4	2220	4076	20	29,2	66,25

TABELA 3. Número de cones, número de sementes em 400 cones, número de sementes por cone, porcentagem de sementes chochas e de germinação por face de árvore.

Face das árvores	Nº Cones	Nº sem. em 400 cones	Nº sem./Cone	% Sem. Chochas	%G
Externa	6258	7435	18	25,7	66,4
Interna	3883	7081	18	33,0	50,0

4. DISCUSSÃO

4.1. Número de cones por face da árvore e lado do talhão

A partir dos dados obtidos, verificou-se uma diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade.

A análise com o desdobramento dos tratamentos em lados, faces e lados x faces não mostrou diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para lados e lados x faces. Contudo, o valor de F para faces foi altamente significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Dentre os fatores que determinam o florescimento e número de cones por árvores encontram-se os ambientais: luz, temperatura, umidade, etc e os bioquímicos: hormônios. Por outro lado, deve-se salientar que o desenvolvimento do cone depende diretamente da polinização. A intensidade desses fatores de acordo com a face atingida (interna ou externa) são de relevante importância podendo influir na produção de cones.

4.2. Número de sementes por 100 cones

Não se observam diferenças significativas entre os tratamentos com relação ao número de sementes por 100 cones, embora o coeficiente de variação tenha se mostrado alto, podendo ter sido a causa da não detecção dessas diferenças. Provavelmente, uma amostragem mais adequada poderá, em pesquisas posteriores, fornecer resultados mais definitivos.

4.3. Porcentagem de semente chochas

Para a porcentagem de sementes chochas o teste F mostrou diferenças altamente significativas em relação aos tratamentos e sub-tratamentos. Portanto, verificou-se uma diferença estatística na polinização efetiva dos óvulos em relação ao lado do talhão, face das árvores e interação lado x face.

A maior proporção de sementes chochas foi observada no lado 1 do talhão (Leste) como mostra a Tabela 2. Vários fatores podem ter influenciado como:

- direção do vento
- espécie adjacente não intercruzável com a espécie em estudo

De uma maneira geral, observou-se um maior número de sementes chochas na face interna do que na externa, o que está de acordo com a literatura. Os principais fatores que podem ser levantados como possíveis causas são:

- Fotoperíodo
- obstáculos que possam impedir a polinização do cone receptivo. Por exemplo, a formação de aglomerados de ramos que constituem barreiras físicas para o pólen, impedindo a sua chegada no estróbilo.

4.4. Porcentagem de germinação

O teste F também mostrou diferenças altamente significativas, ao nível de 1% de probabilidade, para a porcentagem de germinação, a qual está diretamente relacionada com a porcentagem de sementes chochas.

Observou-se que o lado 4 (sudeste) do talhão foi o que mostrou maior porcentagem de germinação, podendo-se atribuir ao fato de ter como espécie adjacente próprio *Pinus oocarpa*, além de estar favorecido pela direção do vento.

4.5. Conclusões

- Detectaram-se diferenças na produção de cones em relação à face da árvore, apresentando-se como mais produtiva a face externa.

- Não ocorreram diferenças estatísticas significativas no que diz respeito ao número de sementes por cones, quando relacionado com a face da árvore e lado do talhão.

- A polinização efetiva foi altamente influenciada pela face da árvore e lado talhão.

5. AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Reflorestadora Sacramento “Resa” Ltda. e à pessoa do Engº Ftal. Luiz Roberto Capitani, pela colaboração na realização deste trabalho.

TABELA 4. Resultados da análise de variância, com valores de F para tratamentos, lados, faces e lados x faces; médias e coeficientes de variação para as diferentes características.

	F Trata- mentos	F lados	F faces	F lados x faces	\hat{m}	V.C.
Nº cones/face da árvore e lado do talhão ¹	2,37*	0,68 n.s	12,33**	0,73 n.s	10,73	30,27%
Nº Sementes/100 cones ¹	0,523 n.s	0,910 n.s	0,073 n.s	0,280 n.s	16,00	37,62%
% Semente chochas ²	24,30**	32,43**	41,63 n.s	10,39**	33,00	10,10%
% Germinação ²	34,07**	33,79**	83,22**	17,90**	58,00	6,13%

¹ Dados transformados em \sqrt{x}

² Dados transformados em $\hat{\text{âng}} = \text{arc sem } \sqrt{P/100}$

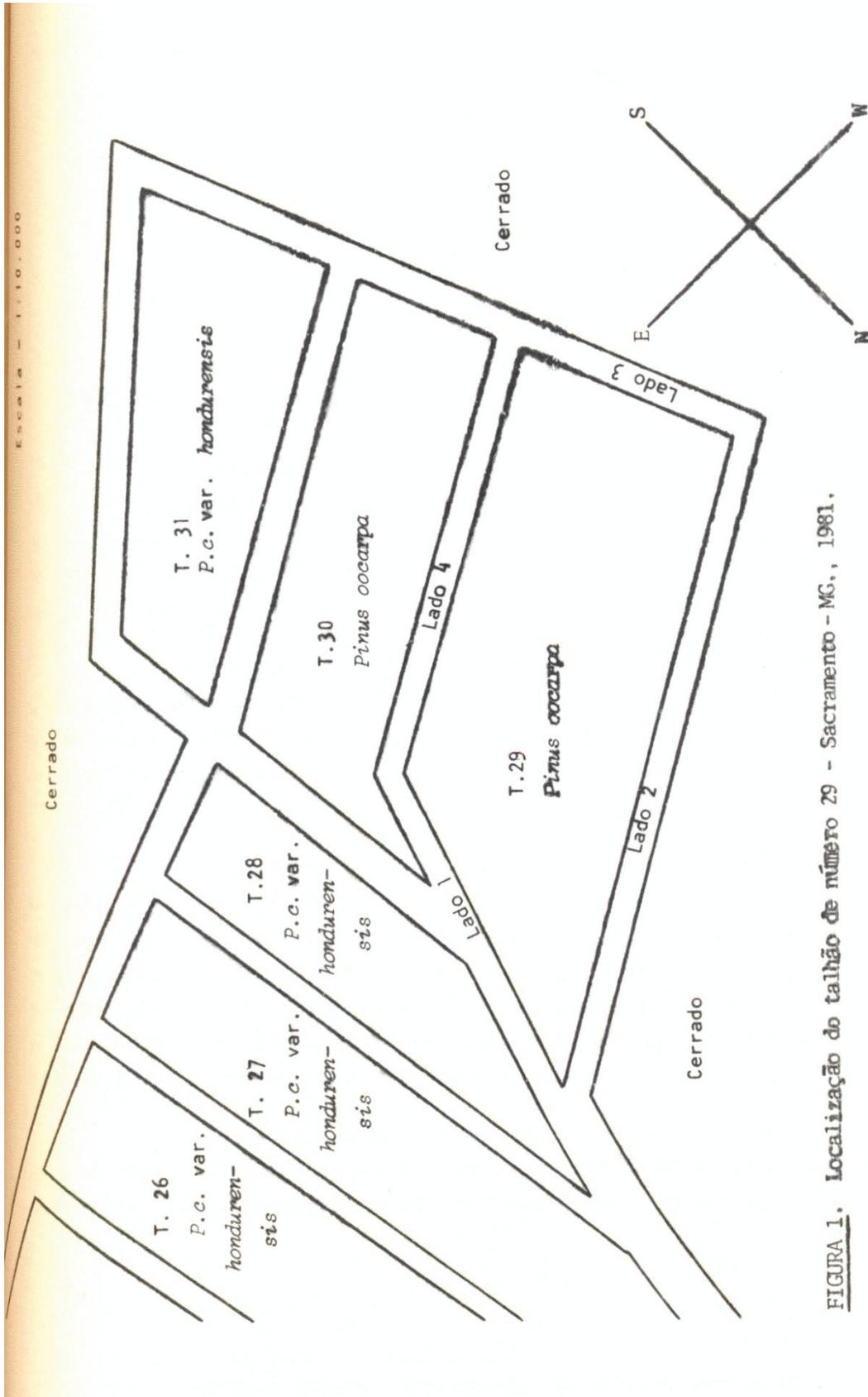


FIGURA 1. Localização do talhão de número 29 - Sacramento - MG., 1981.

FIGURA 1. Localização do talhão de número 29 - Sacramento - MG., 1981.

ESTUDO DE DISPERSÃO DE PÓLEN DE *Pinus oocarpa* SCHIEDE ATRAVÉS DE ARMADILHAS

Paulo Yoshio Kageyama*

Celso Garcia Auer**

Maíra Léa Marques**

Gerson Belluci Lopes**

1. INTRODUÇÃO

Os estudos de dispersão de pólen de espécies florestais tem sido altamente importantes para a definição, dentro do programa de melhoramento, da fenologia da dispersão do pólen e os fatores que influenciam nesse fenômeno, da distancia da faixa de isolamento em áreas produtoras de sementes e do espaçamento mai adequado para a produção de sementes.

A dispersão de pólen tem sido estudada por diversas metodologias, sendo que as principais são as que envolvem o uso de armadilhas coletoras de pólen (*KOSKI, 1975; DORMAN, 1976 e RIZZI ALBERTINI, 1978*) e o uso de elementos radiativos marcadores (*COLWELL, 1971; THOR et alii, 1976; PACHECO, 1979*).

RIZZI ALBERTINI et alii (1978) estudaram a dispersão de pólen de quatro espécies de *Pinus* na região de Itirapina-SP., encontrando diferenças expressivas nas curvas de distribuição de freqüência de pólen conforme a disposição da lâmina coletora, se horizontal ou vertical. Esses autores avaliaram a dispersão de pólen até uma distância de 100 metros da fonte dispersora, concluindo que essa distância não é suficiente para o isolamento do pólen estranho em áreas produtoras de sementes.

O presente trabalho tem por objetivo o estudo da dispersão de pólen de *Pinus oocarpa* na região de Agudos, através de armadilhas coletoras, localizadas até uma distância de 500 metros da fonte dispersora.

* Professor Assistente Doutor - Departamento de Silvicultura da ESALQ/USP.

** Acadêmico do curso de Engenharia Florestal

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desse trabalho tomou-se por base a metodologia descrita por RIZZI ALBERTINI *et alii* (1978) no que se refere à colocação das armadilhas no campo e à contagem dos grãos de pólen.

O estudo foi realizado na Companhia Agro-Florestal Monte Alegre (CAFMA) na região de Agudos – SP., no período de 17 de junho a 20 de agosto de 1981 (3 semanas), em um talhão de *Pinus oocarpa*. As armadilhas de pólen foram dispostas numa área sem vegetação seguindo uma linha perpendicular à bordadura do talhão, tendo essa linha de armadilhas o sentido Nordeste. As correntes de ar predominantes na região eram na direção sul-norte.

Essas armadilhas foram fixadas em estacas nas distâncias de 3,9; 7,8; 15,6; 31,25; 62,5; 125,0; 250,0 e 500 metros e às alturas de 1,0; 4,0 e 8,0 metros. A colocação da armadilha a 250 m da fonte foi escolhida por estar situada num ponto central entre os dois talhões, levando-se em conta que a esta distância o pólen captado pelas lâminas tem grande probabilidade de ser proveniente da fonte. Também, foi colocada uma armadilha a 500 m da fonte, ou seja, bem próxima ao talhão oposto para se observar a interferência de outro pólen sem ser o da fonte.

As armadilhas de pólen, constituídas de lâminas de microscópio (26 mm x 76 mm) bezuntadas com fina camada de vaselina, foram dispostas nas posições vertical e horizontal.

O período de coleta de pólen nas armadilhas foi dividido em intervalos de uma semana, compreendendo no total 9 coletas. A cada semana as lâminas eram trocadas por novo lote de lâminas não usadas.

As lâminas recolhidas no campo foram trazidas em um acondicionador de lâminas, protegido de contaminações externas, até o Departamento de Silvicultura da ESALQ, para posterior avaliação da quantidade de pólen.

A contagem de pólen foi efetuada em microscópio com aumento de 100 X, sem a utilização do recurso de projeção. Para a avaliação da quantidade de pólen foi utilizada uma área de foco de 2,3235 mm², obtida através de medição com o uso de lâmina graduada. Em cada lâmina foram contados 10 focos, tomados ao acaso, e a média desses focos, transformada para grãos por cm², foi considerada como representativa da lâmina.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Distribuição do pólen no período de coleta

A distribuição de pólen captado durante o período de 9 semanas é apresentada na Tabela 1.

TABELA 1. Quantidade de pólen captado (grãos/cm²) durante as 9 semanas de coleta.

Posição da Lâmina	SEMANAS									MÉDIA
	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.	8a.	9a.	
Horizontal	15,9	11,6	62,2	21,4	66,8	168,5	195,0	176,6	115,5	92,6
Vertical	48,1	17,0	205,5	15,3	706,5	419,6	441,7	508,1	277,1	293,2
Média	32,0	14,6	133,8	18,3	386,6	294,0	318,3	342,3	196,2	192,9

1a. semana: 17 a 24/06 2a. semana: 24/06 a 01/07 3a. semana: 01 a 08/07
4a. semana: 08 a 15/07 5a. semana: 15 a 23/07 6a. semana: 23/07 a 01/08
7a. semana: 08 a 15/07 8a. semana: 08 a 13/08 9a. semana: 13 a 20/08

A visualização dos resultados de quantidade de pólen captado durante as 9 semanas de exposição das armadilhas no campo pode ser feita a partir da Figura 1.

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostrou que a quantidade de pólen segue uma distribuição tendendo à normalidade, com quantidades crescentes da 1a. à 4a. semana, com um pico de dispersão na 5a. semana (15 a 23/07), estendendo-se até 8a. semana (08 a 13/08), e um declínio na 9a. semana (13 a 20/08). Os resultados obtidos por *RIZZI ALBERTINI et alii (1978)* com a espécie, mostram que ocorreu uma não coincidência no pico de dispersão entre os dois locais, com um atraso no ponto máximo de soltura do pólen, que pode ser devido ao efeito de local, de condições climáticas nos diferentes anos, ou mesmo em função de origem do material genético.

Um outro aspecto a ser salientado é acerca da diferença na quantidade de pólen captado nas armadilhas verticais quando comparada com as armadilhas horizontais. O pólen capturado nas armadilhas verticais, que seria o pólen em vôo, seria mais representativo do que ocorre na natureza, já que o formato do estróbilo masculino seria mais adaptado a receber o pólen em vôo do que em queda.

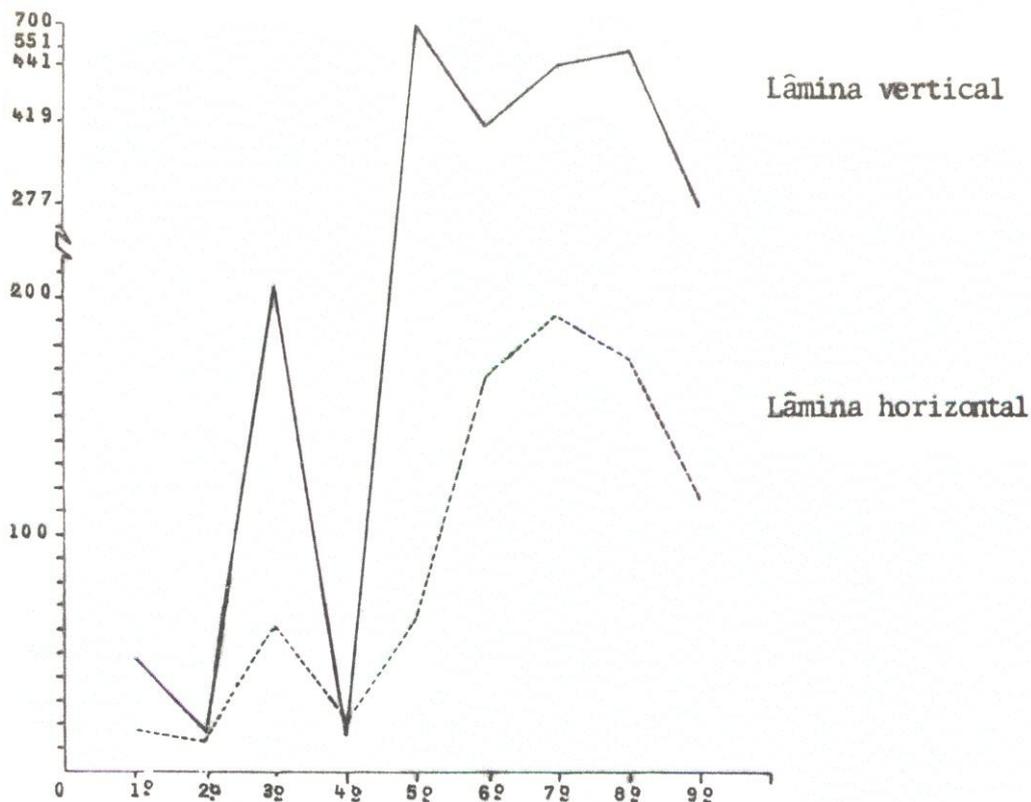


FIGURA 1. Quantidade de pólen captado (nº grãos/cm²) durante as 9 semanas de coleta.

3.2. Distribuição do pólen com a distância da fonte

Os dados de quantidade de pólen capturado nas diferentes distâncias da fonte de dispersão, aqui representados pela quinta semana de coleta, onde se deu o pico de dispersão, são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Quantidade de pólen captado (nº grãos/cm²) a diferentes distâncias da fonte de dispersão (5a. semana).

Posição da Armadilha	DISTÂNCIAS DA FONTE (m)								Média
	3,9	7,8	15,6	31,25	62,50	125	250	500	
Horizontal	142	63	93	83	49	34	18	50	67
Vertical	87	992	1713	311	739	107	945	757	706
Média	115	528	903	197	394	71	482	408	387

A visualização da distribuição de pólen com a distância da fonte de dispersão pode ser efetuada através da Figura 2.

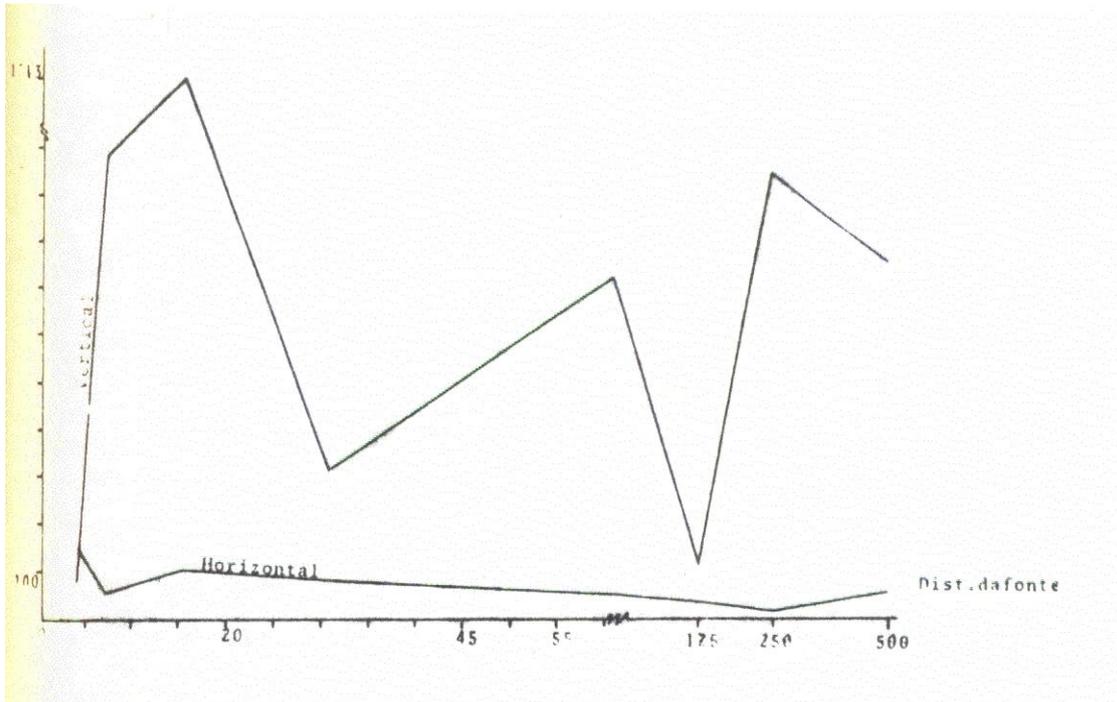


FIGURA 2. Distribuição da quantidade de pólen captado (nº grãos/cm²) a diferentes distâncias da fonte de dispersão (5a. semana).

Pelos dados da Tabela 2 e da Figura 2, pode-se observar que o padrão de dispersão de pólen para as armadilhas colocadas na posição horizontal é diferente daquele observado para as lâminas na posição vertical, conforme já relatado por *RIZZI ALBERTINI et alii (1978)*.

Para as armadilhas horizontais a quantidade de pólen tem uma tendência para uma diminuição na quantidade de pólen com a distância até os 250 metros. A elevação observada a 500 metros é devido à proximidade desta armadilha a um outro talhão, sendo essa a causa de um grande aumento no número de grãos de pólen nas lâminas. Para as armadilhas verticais a curva de dispersão com a distância é menos regular, porém também com uma elevação a partir de 125 metros. Esse aumento na quantidade de pólen captado a maiores distâncias da fonte pode ser decorrente de interferência de outras fontes de dispersão de pólen representada pelo talhão vizinho, situado à distância de 500 metros.

De qualquer forma, uma grande quantidade de pólen foi observado a distâncias de até 250 metros da fonte de dispersão, o que representaria uma possível contaminação em áreas produtoras de sementes.

3.3. Distribuição do pólen com a altura da armadilha

Os resultados da contagem do pólen para avaliação da altura da armadilha em relação às distâncias estão colocadas em forma de médias na Tabela 2.

TABELA 3. Distribuição do pólen (nº grãos/cm²) em relação à altura do solo e distância da fonte de dispersão.

Altura do Solo (m)	DISTÂNCIAS DA FONTE DE DISPERSÃO (m)								\bar{x}
	3,9	7,8	15,6	31,25	62	125	250	500	
1	116	249	480	112	284	73	271	202	223
4	114	577	1319	368	432	69	508	617	500
8	114	757	912	112	465	71	667	392	436
Média	115	528	904	197	394	71	482	404	387

A melhor análise da frequência do pólen às diferentes alturas e distâncias, pode ser visualizada pela Figura 3.

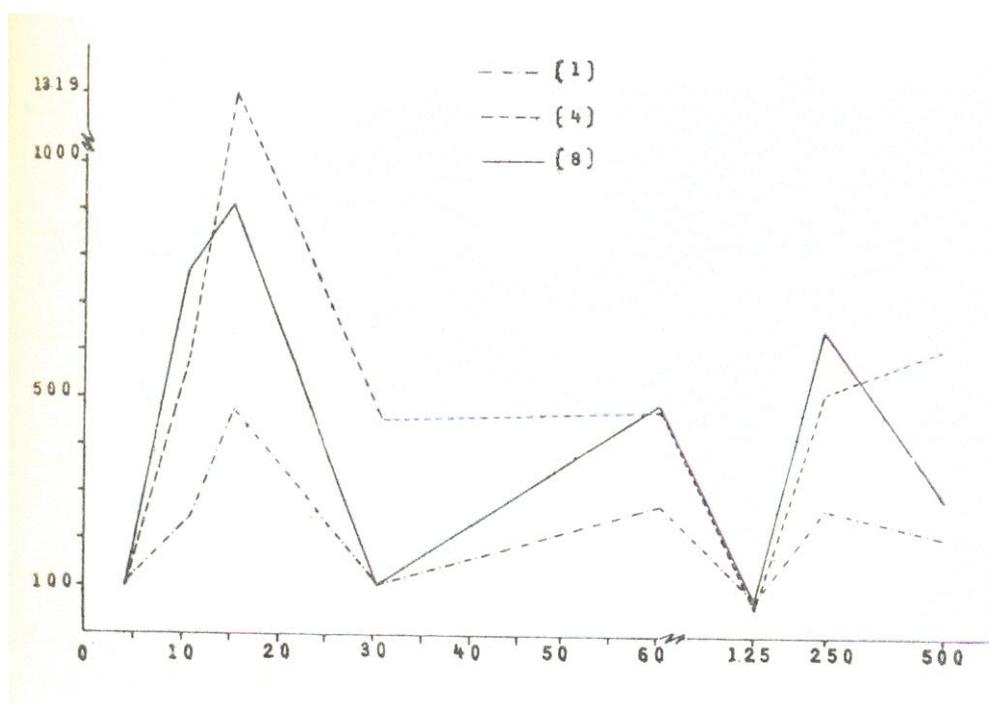


FIGURA 3. Distribuição do pólen (nº grãos/cm²) em relação à altura das armadilhas e distâncias da fonte de dispersão.

Segundo se observa na Tabela 3, existe uma quantidade maior de pólen nas armadilhas situadas a 4 metros de altura, seguida pelas de 8 metros e, por último, as de 1 metro. Para as 3 alturas de armadilhas, a distância de 15,6 metros foi a que apresentou o maior pico de captação de pólen. Isso confirma o relato de diversos autores de que a grande concentração de pólen se localiza a pequenas distâncias da fonte de dispersão (WRIGHT, 1964; BUELL, 1947 e CHI WU et alii, 1960). Por outro lado, DENISON &

FRANKLIN (1975) discordam dessa afirmativa, relatando que a maior concentração se encontra a distância de 150 metros.

A partir Figura 3, pode-se observar uma mesma tendência nas curvas para as três alturas, com os picos de distribuição localizadas às mesmas distâncias da fonte. Por outro lado, observa-se uma queda na quantidade de pólen captado em todas as alturas na distância de 125 metros, com uma posterior elevação na quantidade de pólen à distância de 250 metros, podendo ser esta elevação proveniente de outro talhão próximo às armadilhas. Essa maior nitidez se verifica para as alturas de 4 a 8 metros. Isso pode representar, ou algum efeito não previsível no sistema de deslocamento do ar nessa distância, ou alguma contaminação de talhões distantes.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Companhia Agro Florestal Monte Alegre na pessoa de seus técnicos: João Batista Garnica, Norival Nicolielo e Francisco Bertolani.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUELL, M. F. – Mass dissemination of pine pollen. Journal. Elisha Mitchel. Science Society, 63 (1/2): 163-7, 1947.

CHI-WU *et alii* – Pollen dispersion of slash pine (*P. elliottii* Engelm.) with special reference to seed orchard management. Silvae genetica, Frankfurt, 9 (3): 78-86, mai./jun. 1960.

COLWELL, R. N. – The use of radioactive isotopes in determining spore distribution patterns. American journal of botany, Lancaster, 38:511-23, 1951.

DENISON, N. P. & FRANKLIN, E. C. – Pollen management. Bulletin. Forestry Commission, London, 54:92-100, 1975.

DORMAN, N. W. – The genetics and breeding of southern pines. Washington, USDA, 1976. p. 24-64.

KOSKI, V. – Natural pollination in seed orchards with special reference to pines. Bulletin. Forestry Commission, London, 54:83-91, 1975.

PACHECO, I. A. – Dispersão de pólen de *Eucalyptus saligna* Smith por *Apis mellifera* L., 1758 (Hymanoptera, Apidae). Piracicaba, ESALQ, 1979. (não publicado).

RIZZI ALBERTINI, S. M. *et alii* – Estudos preliminares de dispersão de pólen de algumas espécies de *Pinus* spp. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, 11/12:97-117, 1978.

THOR, E.; WOODS, F. W. & YANDELL, J. H. – Pollen transport by bees in a yellow poplar seed orchard. Forest ecology management. Amsterdam, 1 (1):31-5, 1976.

WRIGHT, J. W. – Grado de migración y tamaño de las poblaciones em los arboles forestales. Roma, FAO, 1964. P. 70-86.

III. INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRIZICOS NO DESENVOLVIMENTO DE PINHEIROS TROPICAIS.

Efeito dos fungos ectomicorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral no crescimento e sobrevivência de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, em condições de campo.

Ocorrência de micorrizas em espécies de *Pinus* e identificação dos fungos associados.

EFEITOS DOS FUNGOS ECTOMICORRÍZICOS *Pisolithus tinctorius* E *Thelephora terrestris* E DE FERTILIZAÇÃO MINERAL NO CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, EM CONDIÇÕES DE CAMPO, NO LITORAL SUL DA BAHIA

Tasso Leo Krugner*
Mario Tomazello Filho

1. INTRODUÇÃO

Entre os fatores básicos que determinam a produtividade das espécies de *Pinus*, não podem ser esquecidos os fungos formadores de micorrizas, cujo efeito benéfico no crescimento de árvores florestais, muitas vezes essencial, já é bastante conhecido (MARKS & KOZLOWSKI, 1973). Nas condições brasileiras, o papel destes fungos no manejo florestal assume significância especial, uma vez que tais organismos não são indígenas nos solos brasileiros. Nas novas frentes de reflorestamento com *Pinus* que se desenvolvem notadamente nas áreas de cerrado da região centro-oeste e nas áreas do litoral leste do Brasil, torna-se essencial a introdução dos fungos micorrízicos, através de técnicas de inoculação artificial das mudas no viveiro com estes fungos. Além das técnicas que se utilizam de inoculo natural obtido a partir de povoamentos já formados, outras técnicas que empregam inoculo de fungos específicos vem sendo desenvolvidas, as quais, apesar de suas limitações, oferecem grandes vantagens sobre as que empregam inoculo natural (KRUGNER & TOMAZELLO FILHO, 1979). Um fungo ectomicorrízico, *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Ciker e Couch, tem sido empregado com excelentes resultados na inoculação artificial de *Pinus taeda* L. e outras espécies temperadas ou subtropicais de *Pinus*, principalmente para reflorestamento de áreas marginalizadas nos Estados Unidos da América (BERRY & MARX, 1978; MARX, BRYAN & CORDELL, 1977; MARX & ARTMAN, 1979). No Brasil, TOMAZELLO FILHO (1980) obteve boa formação de micorrizas através da inoculação artificial deste fungo e *Thelephora terrestris* Enrh, ex. Fr., outro importante fungo ectomicorrízico, em espécies tropicais de *Pinus*, entre elas, *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari, *P. caribaea* var. *bahamensis* Barret e Golfari, *P. kesiya* Royle ex Gordon e *P. oocarpa* Schiede.

* Professor Livre Docente – Departamento de Fitopatologia – ESALQ/USP.

** Professor Assistente Doutor - Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP.

O efeito dos fungos micorrízicos no crescimento das plantas, depende, entre outros fatores, da fertilidade do solo (SLANKIS, 1964). Esta, por sua vez, pode ser modificada pela prática da fertilização mineral, cujo efeito no crescimento das plantas pode também depender da população de fungos micorrízicos presentes nas raízes das plantas. A prática de fertilização mineral de espécies de *Pinus* no Brasil tem mostrado resultados variáveis, ora estimulando o crescimento das plantas, ora não surtindo efeito significativo (BALLONI, JACOB & SIMÕES, 1978; SIMÕES, 1980).

No presente trabalho, procurou-se avaliar os efeitos dos fungos *P. tinctorius* e *T. terrestris* sobre o crescimento de *P. caribaea* var. *bahamensis*, fertilizado ou não, sob condições de campo, na região litorânea do sul da Bahia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Formação das mudas – As mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis* utilizadas no estudo foram produzidas num viveiro de eucalipto, no Município de Caravelas, BA, a partir de sementes procedentes da Ilha de Abaco, Bahamas. Foram obtidas mudas com abundante formação de micorrizas (>70%) por *P. tinctorius* ou por *T. terrestris*, além de mudas sem micorrizas, como testemunha. A formação controlada de micorrizas nas mudas foi obtida através de inoculação artificial dos fungos micorrízicos, conforme técnica desenvolvida por MARX & ARTMAN, (1975), adaptada por TOMAZELLO (1980). Para produção dos inóculos, foram utilizados os isolados 185 e 201 de *P. tinctorius* e *T. terrestris*, respectivamente cedidos pelo Dr. Donald H. Marx, do Instituto para Pesquisas e Desenvolvimento de Micorrizas, Athens, Georgia, EUA. Os isolados de *P. tinctorius* e *T. terrestris* empregados no estudo são originários da Georgia e obtidos a partir de micorrizas de *P. taeda* e *P. elliotii*, respectivamente. Por ocasião da instalação do ensaio no campo, as mudas estavam com cerca de 7 meses de idade, e com altura média de 9,1; 8,3 e 5,3 cm; para os tratamentos de *P. tinctorius*, *T. terrestris* e testemunha, respectivamente.

Instalação do ensaio no campo - As mudas foram plantadas no campo em 31 de julho de 1978, numa área do Município de Caravelas, BA, na forma de raiz nua. O solo do local é bastante arenoso (89,3% de areia; 1,9% de limo e 8,8% de argila), de reação ácida (pH 5,2) e de baixa fertilidade (0,4% de carbono orgânico; 0,08; 0,05; 0,64; 0,32 e 0,20 miliequivalentes / 100 ml de terra de PO_4^{-3} , K^+ , Ca^{++} e Al^{+++} , respectivamente).

O ensaio foi instalado segundo um delineamento fatorial 3 x 2, com 3 tratamentos micorrízicos (*P. tinctorius*, *T. terrestris* e testemunha) e 2 tratamentos de fertilização (fertilização ou não com N, P, K, B e Zn), em blocos ao acaso. Foram empregadas 4 repetições (blocos) por tratamento, cada parcela consistindo num quadrado de 25 plantas, dispostas no espaçamento de 3 x 3 m. As parcelas foram separadas uma das outras por um mesmo espaço vazio de 6 m. A fertilização mineral consistiu na aplicação em cobertura, 40 dias após o plantio de 170 g de NPK (5:33:6); 2,2 g de bórax comercial e 3,4 g de sulfato de zinco comercial por planta.

Avaliação dos resultados – A avaliação dos efeitos dos tratamentos foi efetuada aos 6; 12 e 14 meses após o plantio, através de medição da altura e diâmetro ao nível do colo das plantas, além da sua sobrevivência. O desenvolvimento de micorrizas e de corpos de frutificação de fungos micorrízicos foi também observado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento das plantas – Os tratamentos de inoculação micorrízica e fertilização mineral empregados determinaram efeitos bastante significativos no crescimento das plantas durante os 2 primeiros anos no campo. Até o final do primeiro ano as mudas sem tratamento micorrízico no viveiro, independente de fertilização apresentavam-se raquíticas, com folhagem clorótica e com crescimento praticamente estagnado o que não ocorreu com as plantas que tinham micorrizas.

No final do segundo ano de crescimento, verificou-se que as plantas originalmente sem micorrizas, que conseguiram sobreviver, apresentaram crescimento razoável em relação ao primeiro ano, mostrando também coloração menos clorótica da folhagem. Este fato pode ser explicado pela formação de micorrizas em suas raízes, a partir de inóculo proveniente das plantas micorrizadas dos outros tratamentos e também de plantas pertencentes a outros experimentos instalados nas proximidades do ensaio. De fato, notou-se por ocasião da avaliação dos 24 meses, abundante formação de basidiocarpos de vários fungos micorrízicos associados às plantas testemunha, tanto fertilizadas como não fertilizadas. O principal simbiote que aparecia nesta forma era *T. terrestris*. Corpos de frutificação de *P. tinctorius*, *Rhizopogon* sp. e *Suillus* sp. foram também observados, mas em frequência bem menor que *T. terrestris*.

Comparando-se os efeitos dos dois fungos testados, verificou-se que apesar de ambos terem estimulado o crescimento em relação à testemunha, houve diferença significativa entre eles, tendo *P. tinctorius* mostrado superioridade em relação a *T. terrestris*. Este efeito, no entanto, foi significativo somente nas parcelas fertilizadas. Esta interação significativa revela que a ocorrência e o grau de resposta à fertilização dependem não somente da existência de micorrizas nas raízes mas também da espécie de fungo que forma estas micorrizas.

Sobrevivência das plantas – Quanto à sobrevivência das plantas foram observados também efeitos altamente significativos dos tratamentos micorrízicos e de fertilização mineral (Tabela 1). Tanto *P. tinctorius* como *T. terrestris* garantiram excelentes sobrevivência das mudas, especialmente das não fertilizadas, não tendo ocorrido diferenças significativas entre ambos. O tratamento de fertilização aumentou significativamente a sobrevivência somente para as plantas testemunhas (não inoculadas artificialmente no viveiro com os fungos micorrízicos).

Formação de corpos de frutificação – Já no decorrer do primeiro ano, foi observado um grande número de corpos de frutificação de *T. terrestris* e *P. tinctorius*, principalmente do primeiro, em associação com as plantas tratadas, por estes dois fungos, nas suas respectivas parcelas. Ao final do segundo ano, o número de basidiocarpos dos dois fungos era também abundante, ocorrendo também em menor escala, nas parcelas testemunhas (sem micorrizas originalmente) e também nas parcelas que não receberam tratamento com o fungo em questão. Portanto, ambos os fungos, notadamente o *T. terrestris*, mostraram grande capacidade para se estabelecerem e se disseminarem naturalmente, uma vez introduzidos no local. O emprego destes fungos na prática torna-se pois viável, bastando inocular inicialmente um número relativamente pequeno de mudas no viveiro e deixar a cargo da natureza a posterior multiplicação dos mesmos. Com isso a médio prazo, poder-se-á obter inóculo natural de fungos conhecidos, onde os mesmos forem introduzidos e estabelecidos, como ocorreu no caso do presente trabalho. É óbvio que o estabelecimento destes fungos deve ter sido facilitado pela baixa população de fungos micorrízicos presente na região, o que praticamente eliminou a ocorrência de competição, a não ser entre os dois fungos introduzidos.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O crescimento e sobrevivência de mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis* com ectomicorrizas de *P. tinctorius* e *T. terrestris*, formados em condições de viveiro, foram avaliados em solo de baixa fertilidade com e sem fertilização mineral.

Após um período de 12 meses, as plantas testemunhas mostraram-se atrofiadas e com acículas cloróticas, independentemente dos tratamentos de fertilização. Verificou-se que a simples adição de fertilizantes minerais não resulta em estímulo no crescimento das plantas, quando em ausência de associações micorrízicas no sistema radicular. No segundo ano, as plantas testemunha tiveram seu crescimento estimulado pela presença de ectomicorrizas em suas raízes. A infestação natural deve ter sido devido a esporos de diversas espécies de fungos ectomicorrízicos produzidos no experimento e nos plantios de *Pinus* próximos ao ensaio.

Dentre os tratamentos com fungos ectomicorrízicos, verificou-se que *P. tinctorius* foi significativamente superior a *T. terrestris*, somente nas parcelas fertilizadas. Isto vem demonstrar que a resposta à fertilização não depende somente da existência de micorrizas mas também da espécie do fungo envolvido na associação.

As associações micorrízicas proporcionam também elevada taxa de sobrevivência, independente do fungo associado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLONI, E. A.; JACOB, W. S. & SIMÕES, J. W.* – Resultados parciais de experimentação desenvolvidas pelo setor de implantação florestal com diferentes espécies de *Pinus*. Boletim informativo. IPEF, Piracicaba, 6 (18) : 75-87, jul. 1978.
- BERRY, C. R. & MARX, D. H.* – Effects of *Pisolithus tinctorius* ectomicorrhizae on growth of loblolly and Virginia pinus in the Tennessee Copper Basin. USDA. Forest Service SE research note, Asheville, (264) : 1-6, jun. 1978.
- KRUGNER, T. L. & TOMAZELLO FILHO, M.* – Tecnologia de inoculação micorrízica em viveiro de *Pinus* spp. Circular técnica. IPEF, Piracicaba, (71) : 1-5, out. 1979.
- MARKS, G. C. & KOZLOWKI, T. T.* – Ectomicorrhizae – their ecology and physiology. New York, Academic Press, 1973. 444 p.
- MARX, D. H. & ARTMAN, J. D.* - *Pisolithus tinctorius* ectomicorrhizae improve survival and growth of pine seedlings on acid coal spoils in Kentucky and Virginia. Reclamation review. New York, 2 : 23-31, 1979.
- MARX, D. H.; BRYAN, W. C. & CRDELL, C. E.* - Survival and growth of pine seedlings with *Pisolithus* ectomicorrhizae after two years on reforestation sites in North Carolina and Florida. Forest science, Washington, 23 (3) : 363-73, set. 1977.
- SIMÕES, J. W.* – Técnicas de manejo e seu relacionamento com a produção e qualidade da madeira de pinheiros tropicais. Boletim informativo. PPT. Piracicaba, (8) : 1-14, jun. 1980.
- SLANKIS, V.* – Soil factors influencing formation of mycorrhizae. Annual review of phytopathology, Palo Alto, 2 : 437-57, 1964.
- TOMAZELLO FILHO, M.* – Influência dos fungos ectomicorrízicos *Thelephora terrestris* EHR ex FR. e *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker e Couch no desenvolvimento de espécies tropicais de *Pinus*. Piracicaba, 1980. 116 p. (Tese – Doutorado – ESALQ).

TABELA 1. Sobrevivência (% de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* sob o efeito dos fungos micorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris*, fertilizadas ou não com adubo mineral, durante o período de 24 meses após o plantio. Os dados são médias de 4 repetições (parcelas), cada uma com 25 plantas originalmente.

TRATAMENTOS MICORRÍZICOS	Período decorrido após o plantio		
	6 meses	12 meses	24 meses
SEM FERTILIZAÇÃO			
Testemunha *	88	65 a	52 a
<i>T. terrestris</i>	96	92 b	92 b
<i>P. tinctorius</i>	96	96 b	93 b
COM FERTILIZAÇÃO **			
Testemunha *	88	83 a	82 a
<i>T. terrestris</i>	96	93 a	93 a
<i>P. tinctorius</i>	100	97 a	97 a

*Testemunha = mudas originalmente sem micorrizas

** Aplicação por cobertura de 170 g de NPK (5:33:6); 2,2 g de borax e 3,4 g de ZnSO₄ por planta, 40 dias após o plantio.

Média dos tratamentos micorrízicos, para cada período e dentro de cada nível de fertilização, seguidas da mesma letra, não são significativamente diferentes, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

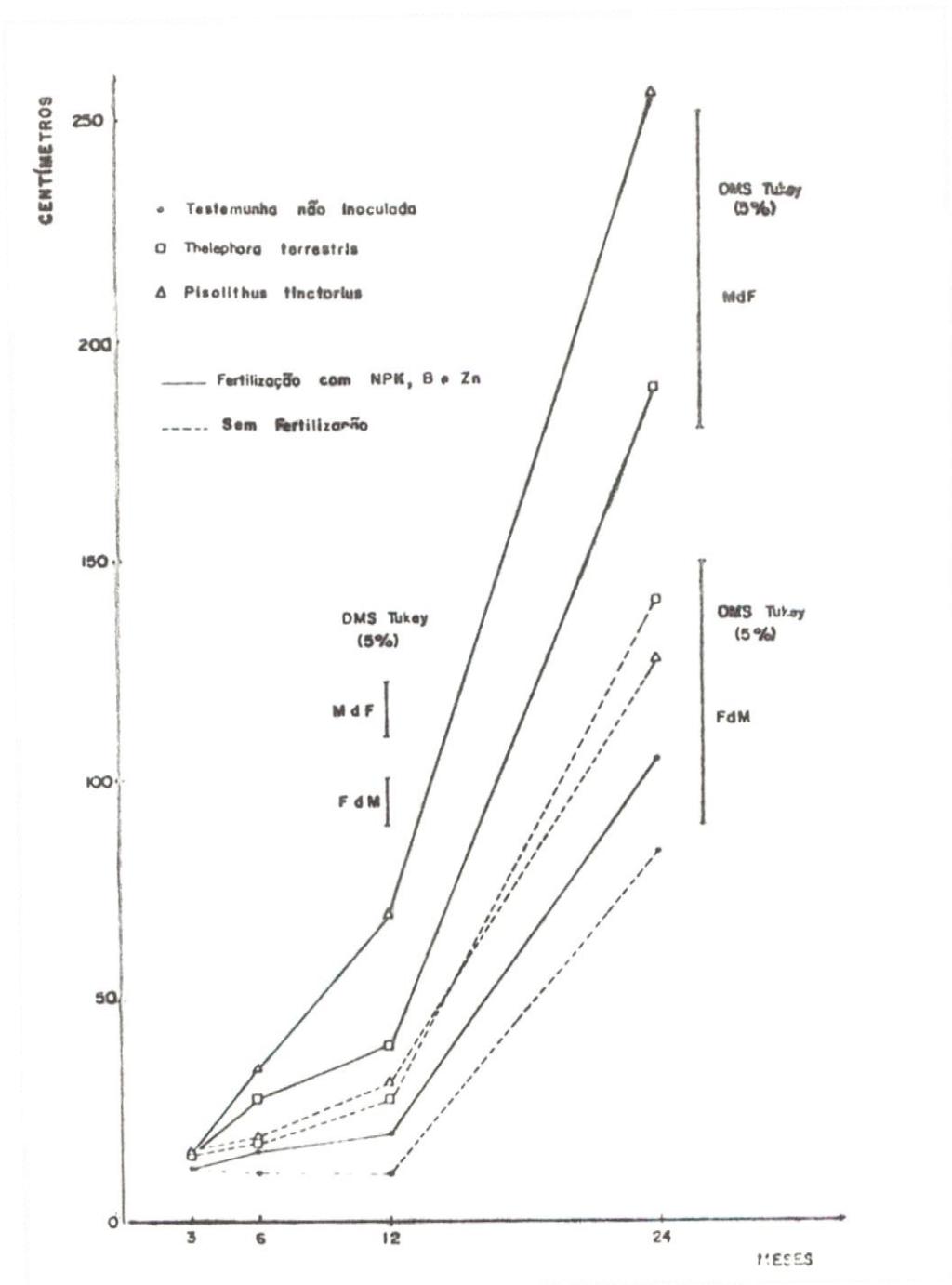


FIGURA 1. Crescimento em altura (cm) das plantas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, sob os efeitos de tratamentos com os fungos micorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral, após 24 meses no campo. A significância estatística das diferenças entre as médias dos tratamentos, através do teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, pode ser verificada através das barras verticais: Mdf (comparação de médias de tratamentos micorrízicos dentro de tratamentos de fertilização) e FdM (comparação de médias de tratamentos de fertilização dentro de tratamentos micorrízicos).

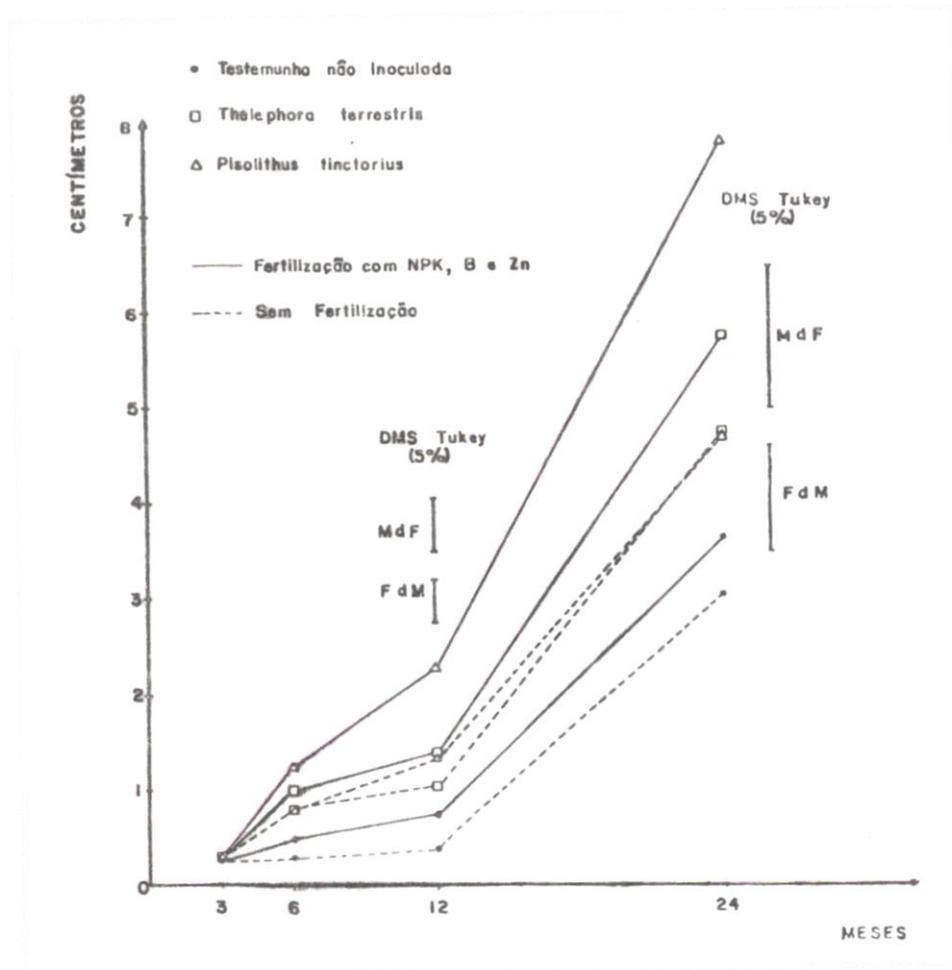


FIGURA 2. Crescimento em diâmetro (cm) à altura do colo das plantas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, sob efeitos de tratamentos com os fungos micorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral, após 24 meses no campo. A significância estatística das diferenças entre as médias dos tratamentos, através do teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, pode ser verificada através das barras verticais: Mdf (comparação de médias de tratamentos micorrízicos dentro de tratamentos de fertilização) e FdM (comparação de médias de tratamentos de fertilização dentro de tratamentos micorrízicos).

OCORRÊNCIA DE MICORRIZAS EM ESPÉCIES DE *Pinus* E IDENTIFICAÇÃO DOS FUNGOS ASSOCIADOS

Tasso Leo Krugner*
Mario Tomazello Filho**

1. INTRODUÇÃO

Em 1885, o botânico A. B. Frank apresentou os trabalhos iniciais referentes a associação de determinados fungos do solo e raízes de árvores, sugerindo o termo micorriza (fungo – raíz) (LEVISHON, 1958; BAKSHI & KUMAR, 1968). De acordo com a sua teoria, os fungos micorrízicos absorveriam nutrientes e água do solo e os translocariam para a árvore, que em troca supriria os simbiontes com açúcares simples. Desde então, as pesquisas com as associações micorrízicas tiveram um grande impulso, sendo verificados outros mecanismos pelos quais os fungos proporcionam benefícios aos vegetais associados (MARKS & KOZLOWKI, 1973; MARX, 1980).

A presença dessas micorizas em regiões em que as espécies de *Pinus* não ocorrem naturalmente, como no Brasil, se deve, provavelmente, à introdução de mudas envasadas e/ou solo de povoamentos florestais. Os fungos micorrízicos podem também ter sido introduzidos na forma de esporos aderentes às sementes importadas.

Essa introdução aleatória propiciou a disseminação dos fungos ectomicorrízicos, sem entretanto conhecermos a identidade, eficiência simbiótica e habilidade de formarem micorizas em diferentes espécies de *Pinus* e habitats. Somente uma parte desses importantes fungos está identificada, havendo necessidade da caracterização dos demais simbiontes que se associam com as raízes de *Pinus* nas diferentes regiões do País.

O presente trabalho tem como objetivos enumerar as espécies vegetais que se associam com os fungos micorrízicos e os tipos de micorizas existentes. Procurou-se também, descrever os principais fungos ectomicorrízicos em *Pinus*, através de suas estruturas de reprodução, de modo a possibilitar sua identificação em condições de viveiro e campo.

A descrição dos fungos ectomicorrízicos, apresentada no presente trabalho, além de orientar na identificação dos simbiontes, visa também solicitar às empresas associadas e pesquisadores ligados às Universidades e Institutos de Pesquisa, no sentido de enviar material de estudo (frutificações/micorizas) ao IPEF, de modo a ampliar os levantamentos conduzidos até a presente data.

* Departamento de Fitopatologia da ESALQ/USP

** Professor Assistente Doutor - Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP.

2. OCORRÊNCIA E CLASSIFICAÇÃO DAS MICORRIZAS

Com poucas exceções, todas as plantas na natureza se associam com fungos micorrízicos. Como a associação simbiótica pode ser considerada uma regra, alguns autores (*KORMANIK et alii, 1977*) afirmaram que em condições de campo as plantas não desenvolvem raízes e sim micorrizas. Sabe-se atualmente que somente algumas espécies vegetais, como as ciperáceas, quenopodiáceas e plantas aquáticas não se associam com fungos simbiontes.

As micorrizas são classificadas de acordo com o arranjo das hifas nas células do córtex da raiz. De acordo com a terminologia proposta por *PEYRONEL et alii (1969)* são divididas em ectomicorrizas (quando as hifas do fungo se desenvolvem intercelularmente, formando a rede de Hartig) (Figura 3 superior), endomicorrizas (quando as estruturas do fungo se desenvolvem intracelularmente) (Figura 3 inferior) e ectoendomicorrizas (quando o fungo se desenvolve inter e intracelularmente).

As ectomicorrizas ocorrem naturalmente em importantes espécies florestais, em várias regiões do mundo. Entre as gimnospermas todos os representantes da família Pinaceae, ou seja, os gêneros *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Larix*, *Tsuga* e *Pseudotsuga* são ectomicorrízicos (*MEYER, 1973*) (Tabela 1). Dentre as angiospermas pode-se citar os gêneros *Salix*, *Populus*, *Carya*, *Eucalyptus*, *Fagus* e *Quercus*. Estima-se que 2.100 espécies de fungos micorrízicos se associam com essências florestais nos EUA, sendo a maioria composta pelos basidiomicetos e alguns ascomicetos (*MARX, 1975*). As ectomicorrizas apresentam variações na sua morfologia externa, sendo que, de um modo geral, possuem ramificações variando entre simples, bifurcada a coraloide (Figura 4).

Tabela 1. Gênero de fanerógamas que apresentam ectomicorrizas *.

Gymnospermae	Fagaceae
Pinaceae	<i>Pasania</i>
<i>Abies</i>	<i>Quercus</i>
<i>Cathaya</i>	<i>Trigonobalanus</i>
<i>Cedrus</i>	Urticales
<i>Keteleeria</i>	Ulmaceae
<i>Larix</i>	<i>Ulmus</i>
<i>Picea</i>	Guttiferales
<i>Pinus</i>	Dipterocarpaceae
<i>Pseudolarix</i>	(no special genus mentioned)
<i>Pseudotsuga</i>	Rosales
<i>Tsuga</i>	Rosaceae
Cupressaceae	<i>Crataegus</i>
<i>Cupressus</i>	<i>Malus</i>
<i>Juniperus</i>	<i>Pyrus</i>
Angiospermae	<i>Sorbus</i>
Juglandales	Leguminosae (Caesalpinioideae)
Juglandaceae	<i>Afzelia</i>
<i>Carya</i>	<i>Anthoantha</i>
<i>Juglans</i>	<i>Brachystegia</i>
Salicales	<i>Gilbertiodendron</i>
Salicaceae	<i>Julbernardia</i>
<i>Populus</i>	<i>Monopetalanthus</i>
<i>Salix</i>	<i>Paramacrolobium</i>
Fagales	Sapindales
Betulaceae	Sapindaceae
<i>Alnus</i>	<i>Allophylus</i>
<i>Betula</i>	Aceraceae
<i>Carpinus</i>	<i>Acer</i>
<i>Corylus</i>	Malvales
<i>Ostrya</i>	Tiliaceae
<i>Ostryopsis</i>	Tilia
Fagaceae	Myrtiflorae
<i>Castanea</i>	Tiliaceae
<i>Castanopsis</i>	<i>Tilia</i>
<i>Fagus</i>	Myrtiflorae
<i>Lithocarpus</i>	Myrtaceae
<i>Nothofagus</i>	<i>Eucalyptus</i>
	<i>Arbutus</i>

* extraído de MEYER (1973)

3. ALGUNS FUNGOS ECTOMICORRÍZICOS MAIS COMUMENTE OBSERVADOS EM VIVEIROS E PLANTAÇÕES DE *Pinus* NO BRASIL

As observações efetuadas em viveiros e plantações de *Pinus* spp. evidenciam a ocorrência de diversos fungos ectomicorrízicos que já se estabeleceram em nossa condições.

Além das ectomicorrizas formadas, as estruturas de reprodução dos fungos simbiossiontes possibilitam a sua identificação. Dentre os gêneros ou espécies de fungos já identificados, podemos citar: *Thelephora terrestris*, *Rhizopogon* spp., *Scleroderma* spp. e *Suillus granulatus*. *Pisolithus tinctorius*, verificado freqüentemente em plantações de eucaliptos, não tem sido notado em espécies de *Pinus*. Sua introdução em *Pinus* spp. é bastante recente (TOMAZELLO FILHO, 1980; KRUGNER & TOMAZELLO FILHO, 1981; TOMAZELLO FILHO & KRUGNER, 1981 a,b).

As características morfológicas das estruturas de reprodução dos citados simbiossiontes, bem como os locais (regiões do País) e espécies nos quais foram verificados até a presente data, são relatados a seguir:

Thelephora terrestris (Figura 2) – Hábito de crescimento: esporóforos envolvendo o colo das mudas de *Pinus* spp. e/ou a florando na superfície do solo; Forma: achatada, em leque, em taça ou irregular; Cor: creme-róseo claro quando jovem, marrom escuro a negro quando maduro; Textura: coriácea, perene; Espécies associadas: *Pinus taeda*, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. elliottii* var. *elliottii*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. oocarpa*, *P. kesiya*; Locais: região sul, sudeste, centro-oeste, leste e norte.

Pisolithus tinctorius (Figura 1) – Hábito de crescimento: basidiocarpos que se desenvolvem na superfície do solo; Forma: globosa, piriforme ou clavada, com ou sem estipe (pedicelo) com formação de rizomorfias na base da estipe e ramificando no solo; Cor: marrom claro mostarda, com manchas escuras na superfície; internamente apresenta gleba (massa de esporos) composta de numerosas câmaras ovais a circulares (peridíolos) amarelas quando jovens, ocupando inicialmente a metade superior do corpo de frutificação e gradualmente se rompendo em uma massa pulverulenta marrom que consiste nos esporos; Espécies associadas: *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. oocarpa*, *P. taeda*, *Pinus elliottii* var. *elliottii*, *P. kesiya*; Locais: região sul, sudeste e leste.

Scleroderma spp. (Figura 5) – Hábito de crescimento: basidiocarpos que se desenvolvem na superfície do solo; Forma: globosa, sem estipe (pedicelo), com rizomorfias no solo; Cor: invólucro de cor creme, com superfície verrugosa ou lisa, com ou sem rachaduras; internamente apresenta gleba (massa de esporos) quando madura de coloração escura, quase negra e pulverulenta; Consistência: invólucro carnoso quando jovem, tornando-se cociáceo quando maduro; Espécies: *Pinus elliottii* var. *elliottii*, *P.*

taeda, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. oocarpa*; Locais: região sul, sudeste e centro-oeste.

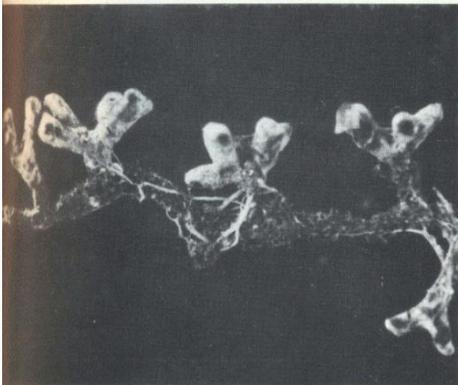
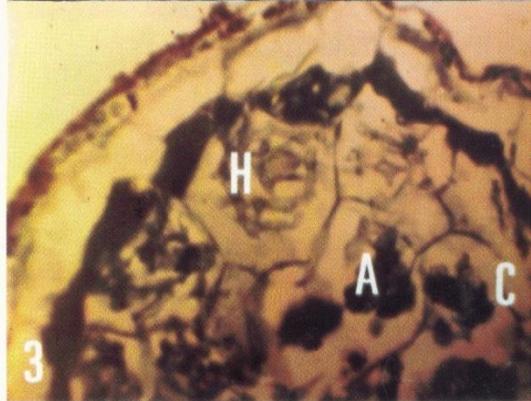
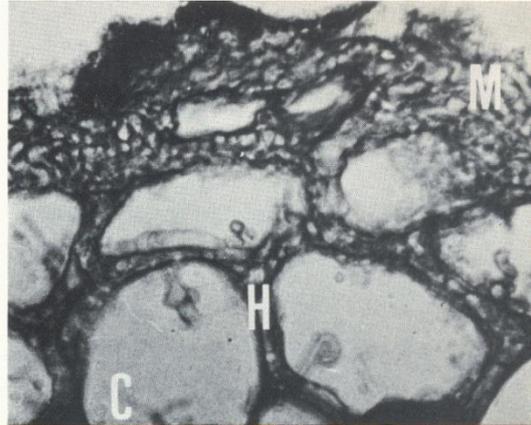
Suillus granulatus (Figura 6) – Hábito de crescimento: basidiocarpos que se desenvolvem na superfície do solo; Forma: cogumelo típico com estipe e com píleo (parte superior da frutificação) liso e brilhante; apresenta perfurações (poros) na face inferior do píleo; Cor: creme a marrom (píleo) e branco a creme claro (estipe); Consistência: carnosa; Espécies: *P. patula*, *P. taeda*, *Pinus elliottii* var. *elliottii*, *P. caribaea* var. *bahamensis*; Locais: região sul, sudeste e leste.

Rhizopogon spp (Figura 7) – Hábito de crescimento: basidiocarpos que se desenvolvem na superfície do solo; Forma: arredondada; cor: marrom, rizomorfas escuras envolvendo às vezes corpo de frutificação, se estendendo até o solo; Consistência: internamente apresenta gleba (massa de esporos) esponjosa firme quando jovem e quebradiça, coriácea a pedregosa quando madura, mas nunca pulverulenta; Espécies: *Pinus taeda*, *P. elliottii* var. *elliottii*, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. oocarpa*, *P. caribaea* var. *bahamensis*; Locais: região sul, sudeste e leste.

FICHA PARA REMESSA DE BASIDIOCARPOS DE FUNGOS ECTOMICORRÍZICOS

1. Empresa: _____
2. Nome do Coletor: _____
3. Local e Data de Coleta: _____; ____/____/____
4. Espécies Florestais Associadas: _____
5. Idade das Plantas: _____
6. Viveiro ou Campo: _____
7. Tipo de Solo: _____

OBS.: Remeter o material imediatamente após a coleta, embalados em sacos de papel. Não é recomendado o envio de material em saco plástico, uma vez que as frutificações se degradam com facilidade em condições de câmara úmida.



4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKHT, B. K. & KUMAR, D. – Forest tree mycorrhiza. Indian Forester, Dehra Dun, 52:79-84, 1968.
- KORMANIK, R. P.; BRYAN, W. C. & SCHULTZ, R. C. – The role of mycorrhizae in plant growth and development. Physiologia Plantarum, Copenhagen, 41:1-10, 1977.
- KRUGNER, T. L. & TOMAZELLO FILHO, M. – Efeito dos fungos ectomicorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral no crescimento e sobrevivência de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* em condições de campo, no litoral sul da Bahia. IPEF, Piracicaba (21), 1980. (no prelo).
- LEVISHON, I. – Effects of micorrhiza on the growth. Soils and fertilizers, Harpenden, 21:73-82, 1958.
- MARX, D. H. – Mycorrhizae and establishment of trees on stripmined land. The journal of science, Columbus, 75:289-97, 1975.
- MARX, D. H. – Role of mycorrhizae in forestation on surface mines. SYMPOSIUM ON TREES FOR RECLAMATION, Lexington, October 27-28, 1980. Proceedings. Washington, USDA, 1980. p. 106-16.
- MARX, G. G. & KOSLOWSKI, T. T. – Ectomycorrhizae: their ecology and physiology. New York, Academic Press, 1973. 444 p.
- MEYER, T. H. – Distribution of ectomycorrhizae: in native and man made forest. In: MARKS, G. C. & KOSLOWSKI, T. T.. Ectomycorrhizae: their ecology and physiology. New York, Academic Press, 1973. P. 79-105.
- PEYRONEL, B. et alii – Terminology of mycorrhizae. Mycologia, Bronx, 61:410-1, 1969.
- TOMAZELLO FILHO, M. – Influência dos fungos ectomicorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius* no desenvolvimento de espécies tropicais de *Pinus*. Piracicaba, 1980. 156 p. (Tese – Doutorado – ESALQ).
- TOMAZELLO FILHO, M. & KRUGNER, T. L. – Formação de ectomicorriza e crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* em solo de viveiro infestado artificialmente com *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, no litoral sul da Bahia. IPEF, Piracicaba (21) 1980. (no prelo).

TOMAZELLO FILHO, M. & KRUGNER, T. L. – Formação de ectomicorriza e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. kesiya* em solo de recipientes infestados artificialmente com *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*. Suma phytopathologica, Piracicaba, 1981. (no prelo).

IV. RELAÇÃO ENTRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DA MADEIRA DE PINHEIROS TROPICAIS E POSSIBILIDADES DE SUA UTILIZAÇÃO EM EMBALAGENS E ESTRUTURAS.

Madeira de pinheiros tropicais para caixotaria: estimativa do volume de madeira serrada e de resíduos obtidos de toras desdobradas em serra de fita.

MADEIRA DE PINHEIROS TROPICAIS PARA CAIXOTARIA: ESTIMATIVA DO
VOLUME DE MADEIRA SERRADA E RESÍDUOS OBTIDOS DE TORAS
DESDOBRADAS EM SERRA DE FITA

José Nivaldo Garcia *

1. INTRODUÇÃO

Já é prática normal entre os reflorestadores, a avaliação do potencial em madeira de suas florestas, através do inventário florestal. As medidas obtidas indicam, ainda no campo, o melhor destino das toras, separa polpa, painéis a base de madeira, postes, energia ou serraria, que ora surge como alternativa muito interessante.

Sabe-se que as alternativas existentes são discutidas evidentemente para prover o melhor e/ou, o mais rápido retorno do capital investido.

Visando complementar as opções que tem o produtor, ao utilizar sua madeira, surge o presente trabalho com o objetivo de estimar no campo, o volume de madeira serrada possível de ser obtida para determinadas situações especificadas no inventário florestal. Visa também mostrar qual a melhor alternativa, dentro da serraria, para a utilização dessa madeira com base nos parâmetros de fácil obtenção no campo.

O presente trabalho apresenta resultados de pesquisas preliminares, mas que sofreram algumas aproximações no sentido de melhor explicar a técnica em desenvolvimento pelo setor de processamento mecânico do Departamento de Silvicultura.

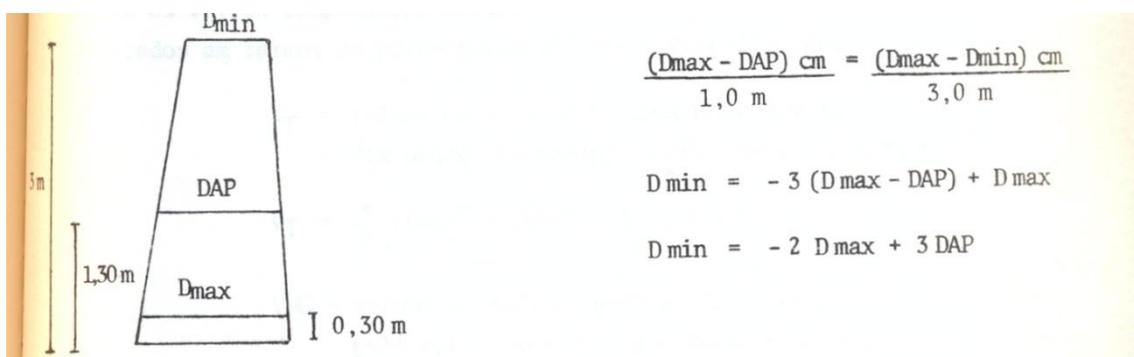
Os erros práticos experimentais a serem obtidos posteriormente, indicarão quais as necessárias correlações a serem estudadas para melhorar a precisão do resultado final.

2. MATERIAL E MÉTODO

Considerando-se que o diâmetro mínimo é o fator limitante no rendimento em madeira serrada, para uma tora considerada reta, procurar-se-á, um meio relativamente fácil de obtê-lo. No presente trabalho, procurou-se adaptar ao trabalho de obtenção do DAP, medidas adicionais de diâmetros abaixo e/ou acima deste, visando uma determinação rápida da conicidade da árvore, pelo menos nos 3 primeiros metros, comprimento de tora fixado para utilização em serraria no caso de primeiros desbastes.

* Auxiliar de Ensino - Departamento de Silvicultura - ESALQ/USP.

O diâmetro mínimo, serão então estimado a partir do DAP e de um diâmetro convencionalmente chamado D Max, obtido a 0,30 m de altura, conforme figura e fórmula mostradas abaixo.



Observa-se que a fórmula acima é baseada na conicidade da tora até 3 m, considerada uniforme. Possibilita a elaboração, no escritório, de uma tabela para determinação rápida do D_{min} conforme exemplo abaixo.

D Max			
DAP	15,0	18	19,0
13,5	10,5		
17		15	
10,5			17,5

D_{min} (cm) calculado para *Pinus* sp. em função do DAP e D Max da árvore

Em 3 árvores de *P. oocarpa* foram obtidos 3 valores de DAP: 13,5; 17 e 18,5 cm e 3 valores respectivos de D Max: 15; 18 e 19 cm.

Os valores de D_{min} a serem colocados na tabela são:

$$D_{min} (1) = -2 \times 15 + 3 \times 13,5 = 10,5 \text{ cm}$$

$$D_{min} (2) = -2 \times 18 + 3 \times 17,0 = 17,5 \text{ cm}$$

$$D_{min} (3) = -2 \times 19 + 3 \times 18,5 = 17,5 \text{ cm}$$

Os D_{min} de toras de 3 m ou menos, obtidos numa população de *Pinus oocarpa* antes de cada desbaste, mostrados na Tabela 1, são colocados distribuídos em classes na Figura 1.

Respectivamente a cada classe de diâmetro mínimo da Tabela 1, foi efetuada uma amostragem para ser desdobrada em serraria, visando quantificar os vários componentes obtidos da tora. Estes componentes foram quantificados em termos de porcentagem do total, como indicado abaixo.

V_T = volume de tora (m^3), calculado por SMALLIAM, a partir dos diâmetros máximos e mínimos e o comprimento.

$$V_T = \frac{\pi}{8} (D_{\max}^2 + D_{\min}^2) \cdot \ell$$

VMS = volume de madeira serrada (m^3), calculado diretamente pela multiplicação: espessura (a) x largura (b) x comprimento (c) de todas as peças obtidas.

$$VMS = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i \times \ell_i$$

A porcentagem de madeira serrada (MS%) é, portanto, calculada sobre o volume da tora.

$$MS\% = \frac{VMS}{V_T} \times 100$$

O volume em resíduo grosso, que inclui costaneiras (C), aparas (A) e pontas (P), é calculado indiretamente pelo produto do peso da amostragem de cada resíduo e pelo seu respectivo peso específico (ρ), especificado a uma certa umidade. Assim:

$$V_C = P_C \times \rho_C$$

$$V_A = P_A \times \rho_A$$

$$V_P = P_P \times \rho_P$$

As porcentagens respectivas são também calculadas em relação ao volume da tora.

$$\% C = \frac{V_C}{V_T} \times 100$$

$$\% A = \frac{V_A}{V_T} \times 100$$

$$\% P = \frac{V_P}{V_T} \times 100$$

O volume em serragem (s) será feito pela diferença:

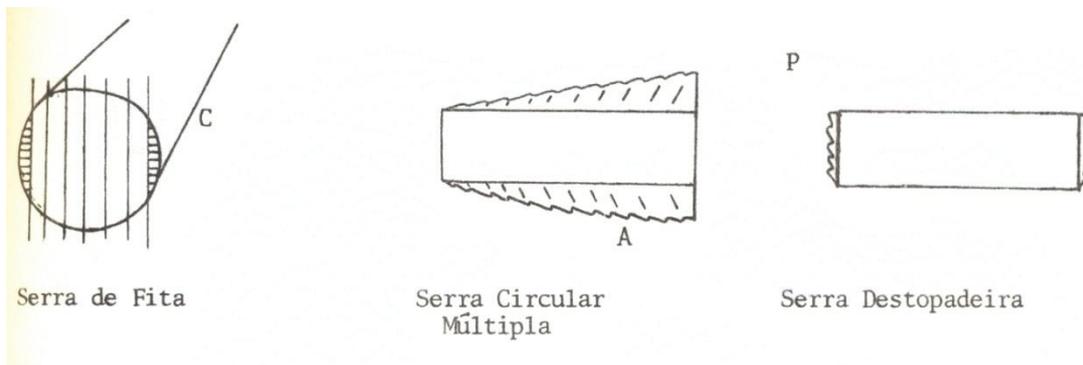
$$V_S = V_T - V_{MS} - V_C - V_A - V_P$$

E a sua porcentagem:

$$\% S = 100 - MS\% - C\% - A\% - P\%$$

Estes dados obtidos que variam para cada espécie (% casca, conicidade, retidão), equipamento de desdobro utilizado e método de desdobro, são plotados na Figura 1.

O trabalho em desenvolvimento inclui espécies de pinheiros tropicais, desdobradas em serra de fita. As tábuas obtidas são canteadas em serra circular múltipla e despontada em serra destopadeira pendular.



3. RESULTADOS

Os dados obtidos e ajustados para o exemplo em questão, estão na Tabela 1. Evidentemente terá grandes variações face à diversidade de espécies, site e manejo de pinheiros tropicais utilizados pelas empresas de reflorestamento.

TABELA 1. Distribuição de D min em *P. oocarpa* em 1 ha – dados aproximativos para exemplo.

Classes de D min	Antes do 1º desbaste 8 anos	Extraído do 1º desbaste 8 anos	Remanescentes do 1º desbaste 8 anos	Antes do 2º desbaste 12 anos	Extraído do 2º desbaste 12 anos	Remanescentes do 2º desbaste 12 anos	Antes do 3º desbaste 16 anos	Extraído do 3º desbaste 16 anos	Remanescentes do 3º desbaste 16 anos	Antes do 4º desbaste 19 anos
3 – 5	40	40	0							
5 – 7	110	110	0							
7 – 9	170	170	0							
9 – 11	250	250	0							
11 – 13	350	200	150							
13 – 15	410	180	230	150	150	0				
15 – 17	350	80	270	190	190	0				
17 – 19	250	40	210	220	100	120				
19 – 21	170	30	140	214	54	160	100	80	20	
21 – 23	100	20	80	145	25	120	140	40	100	20
23 – 25	50	10	40	105	25	80	120	20	100	64
25 – 27	15	3	12	60	10	50	80	10	70	100
27 – 29	5	1	4	40	5	35	50	5	45	72
29 – 31				10	2	8	40	3	37	56
31 – 33	<u>2270</u>	<u>1134</u>	<u>1136</u>	2	0	2	20	0	20	40
33 – 35							10	8	10	24
35 – 37				<u>1136</u>	<u>571</u>	<u>565</u>	5	0	5	16
37 – 39										8
39 – 41							<u>565</u>	<u>158</u>	<u>407</u>	<u>407</u>

As porcentagens de madeira serrada e de resíduos estão sendo obtidas, sendo que alguns dados já constam no Boletim Informativo nº 4 do PPT. Os valores plotados na Figura 1 especificam condições teóricas de máximo aproveitamento e calculados através de medições geométricas sobre a seção mínima da tora, desdobrada em tábuas de 1 cm de espessura para produção de caixotaria em geral.

As equações obtidas para as curvas que dão a porcentagem dos componentes da tora em função do D min, para uma conicidade de 0, são:

$$MS \% = 66,10 + 0,160 D \text{ min} \quad 0,72$$

$$C \% = 3,48 - 0,006 D \text{ min} \quad 0,14$$

$$A \% = 3,38 - 0,092 D \text{ min} \quad 0,78$$

$$S \% = 27,43 - 0,08 D \text{ min} \quad 0,56$$

Estas curvas sobrespostas na Figura 1, permite o cálculo estimado dos volumes de madeira serrada e resíduos, na floresta, para cada condição da população amostrada, pela fórmula:

$$V \text{ componente/ha} = \sum_{i=10}^m n_i \cdot \frac{3\pi}{8} (D_{i\max}^2 + D_{i\min}^2) \cdot \text{Elemento \% } i$$

Onde:

n = nº de indivíduos (toras) na classe de diâmetro mínimo i , considerando-se 10 cm como diâmetro mínimo para caixotaria.

m = maior D min da população para uma determinada condição.

3 = comprimento em metro das toras, assumido no trabalho em questão

$$\frac{3\pi}{8} = \text{constante} = 1,18$$

Assim, aos 8 anos, antes do primeiro desbaste, tem-se/ha:

	MS %	VMS/tora	VMS _i
VMS ₁₀	$250 (0,10^2 + 0,10^2) \cdot 0,677 \cdot 1,18 =$	0,016	3,99
VMS ₁₂	$350 (0,10^2 + 0,12^2) \cdot 0,680 \cdot 1,18 =$	0,023	8,09
VMS ₁₄	$410 (0,14^2 + 0,14^2) \cdot 0,683 \cdot 1,18 =$	0,032	12,96
VMS ₁₆	$350 (0,16^2 + 0,16^2) \cdot 0,687 \cdot 1,18 =$	0,042	14,53
VMS ₁₈	$250 (0,18^2 + 0,18^2) \cdot 0,690 \cdot 1,18 =$	0,053	13,19
VMS ₂₀	$170 (0,20^2 + 0,20^2) \cdot 0,693 \cdot 1,18 =$	0,065	11,12
VMS ₂₂	$100 (0,22^2 + 0,22^2) \cdot 0,696 \cdot 1,18 =$	0,080	7,95
VMS ₂₄	$50 (0,24^2 + 0,24^2) \cdot 0,699 \cdot 1,18 =$	0,095	4,75
VMS ₂₆	$15 (0,26^2 + 0,26^2) \cdot 0,703 \cdot 1,18 =$	0,112	1,68
VMS ₂₈	$5 (0,28^2 + 0,28^2) \cdot 0,706 \cdot 1,18 =$	0,131	0,65
VMS total	=		78,91 m ³

Os volumes de resíduos colocados abaixo, foram obtidos analogamente ao volume de madeira serrada, trocando-se a coluna de MS% pelo componente respectivo.

$$VC \text{ total} = 3,89 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$VA \text{ total} = 2,07 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$VS \text{ total} = 29,87 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Depois do primeiro desbastes os diferentes volumes/ha cairão para:

	MS %	VMS/tora	VMS _i
VMS ₁₂	$= 150 (0,12^2 + 0,12^2) \cdot 0,680 \cdot 1,18 =$	0,023	3,47
VMS ₁₄	$= 230 (0,14^2 + 0,14^2) \cdot 0,683 \cdot 1,18 =$	0,032	7,27
VMS ₁₆	$= 270 (0,16^2 + 0,16^2) \cdot 0,687 \cdot 1,18 =$	0,042	11,21
VMS ₁₈	$= 210 (0,18^2 + 0,18^2) \cdot 0,690 \cdot 1,18 =$	0,053	11,08
VMS ₂₀	$= 140 (0,20^2 + 0,20^2) \cdot 0,693 \cdot 1,18 =$	0,065	9,19
VMS ₂₂	$= 80 (0,22^2 + 0,22^2) \cdot 0,696 \cdot 1,18 =$	0,080	6,36
VMS ₂₄	$= 40 (0,24^2 + 0,24^2) \cdot 0,699 \cdot 1,18 =$	0,095	3,80
VMS ₂₆	$= 12 (0,26^2 + 0,26^2) \cdot 0,703 \cdot 1,18 =$	0,112	1,35
VMS ₂₈	$= 4 (0,28^2 + 0,28^2) \cdot 0,706 \cdot 1,18 =$	0,131	0,52
VMS total	=		54,25 m ³

$$VC \text{ total} = 2,64 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$VA \text{ total} = 1,34 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$VS \text{ total} = 18,27 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Aos 16 anos, antes do 3º desbaste, ter-se-á:

	MS %	VMS/tora	VMS _i
VMS	$= 100 (0,20 + 0,20) \cdot 0,693 \cdot 1,18 =$	0,065	6,54
VMS	$= 140 (0,22 + 0,22) \cdot 0,696 \cdot 1,18 =$	0,080	11,13
VMS	$= 120 (0,24 + 0,24) \cdot 0,699 \cdot 1,18 =$	0,095	11,40
VMS	$= 80 (0,26 + 0,26) \cdot 0,703 \cdot 1,18 =$	0,112	8,97
VMS	$= 50 (0,28 + 0,28) \cdot 0,706 \cdot 1,18 =$	0,131	6,53
VMS	$= 40 (0,30 + 0,30) \cdot 0,709 \cdot 1,18 =$	0,151	6,02
VMS	$= 20 (0,32 + 0,32) \cdot 0,712 \cdot 1,18 =$	0,172	3,44
VMS	$= 10 (0,34 + 0,34) \cdot 0,715 \cdot 1,18 =$	0,195	1,95
VMS	$= 5 (0,36 + 0,36) \cdot 0,719 \cdot 1,18 =$	0,220	1,10
VMS total	=		57,08

$$VC \text{ total} = 2,72 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$VA \text{ total} = 0,85 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$VS \text{ total} = 20,65 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Aplicando-se o método sucessivamente, pode-se elaborar a Tabela 2, mostrada abaixo.

TABELA 2. Volume dos diversos elementos da tora processada em serraria.

Idade anos Elemento	8				12		16			19	
	AD	% do Total	DD	% do Total	AD	AD	AD	% do Total	DD	AD	DD
VMS	78,91	68,8	54,25	70,9			57,08	70,2			
VC	3,89	3,4	2,64	3,5			2,72	3,4			
VA	2,07	1,8	1,34	1,8			0,85	1,0			
VS	29,87	26	18,27	23,9			20,65	25,4			
TOTAL	114,74	100	76,5	100			81,3	100			

AD/DD – Antes/Depois do Desbaste.

Esta tabela, baseada no inventário florestal, indica principalmente o volume de madeira serrada em cada idade da população.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O presente trabalho apresenta a forma mais simplificada possível, para se estimar o volume dos elementos das toras destinadas à serraria. Foram indicadas para serraria toras que tenham diâmetro mínimo de 10 cm e 3 m de comprimento, sendo a madeira serrada, utilizada em caixotaria em geral.

Este apresenta uma idéia e não deve ser extrapolado em valores absolutos.

Para o exemplo elaborado, considerou-se a tora sem conicidade, reta, e as porcentagens calculadas assumem valores teóricos, máximos possíveis para madeira serrada e mínimos para resíduos.

Foi observado que o rendimento em madeira serrada aumenta muito pouco, com o aumento do diâmetro, muito embora, o volume de madeira serrada aumenta, podendo-se produzir maior número de caixas com os indivíduos superiores.

Outras opções serão estudadas para determinar diâmetros ideais para cada caso. As curvas 7, 8, 9, 10, 11 da Figura 1 serão transformadas em cruzeiro para determinação de D min que produz maior e/ou mais rápido retorno de acordo com várias opções para utilização da madeira serrada de pinheiros tropicais.

A porcentagem de madeira serrada aumenta com o desbaste em relação ao resíduo (Tabela 2). As pontas de peças destopadas não foi considerada no resíduo.

No cálculo das porcentagens, efetuado no exemplo dado, não foram considerados indivíduos com D_{\min} menor que 10 cm, nem a parte da árvore acima da primeira tora de 3 m. Estas reservas podem perfeitamente ser quantificadas pelo inventário florestal e aproveitadas em outra linha de produtos, ou somadas ao resíduo de serraria para produção de energia.

Pode-se aumentar o rendimento em madeira serrada, reduzindo-se o comprimento, no caso de toras mais finas. Este fato será melhor visualizado quando forem analisadas toras cônicas.

Pretende-se quantificar o erro em trabalhos experimentais subsequentes, e analisar novas formas de correlações entre os elementos da tora destinada a serraria, para melhorar a eficiência e precisão dos cálculos.

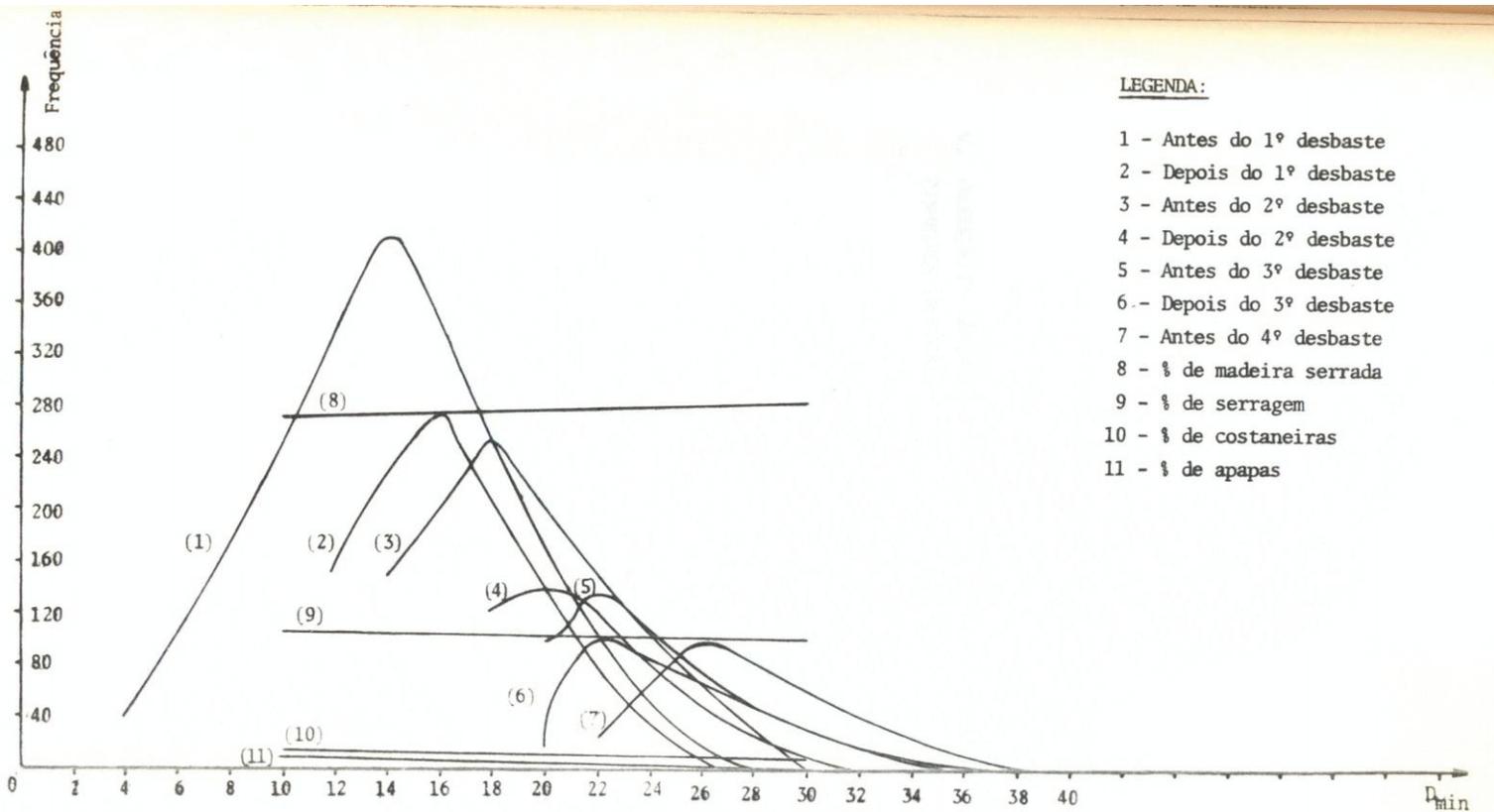


FIGURA 1. Toras de 3 m de 1 ha distribuídas por classe de D_{\min} e respectiva % de seus elementos depois de desdobradas.

V. PRODUÇÃO DE LÂMINAS E PAINÉIS COMPENSADOS DE MADEIRA DE PINHEIROS TROPICAIS.

EFEITO DA QUANTIDADE DE ADESIVO E DO TEMPO DE MONTAGEM NA QUALIDADE DO PAINEL COMPENSADO DE Pinus caribaea var. hondurensis.

Ivaldo Pontes Jankowsky **

1. INTRODUÇÃO

Nos adesivos à base de uréia-formaldeído é uma exigência técnica e econômica a utilização de extensores (geralmente farinha de trigo), podendo haver a necessidade de ser adicionado também um enchedor. Embora a tendência atual seja não diferenciar extensores de enchedores, SELBO (1975) define o extensor como uma substância que possui alguma ação adesiva e é adicionada ao adesivo para diminuir a quantidade de resina requerida por unidade de área; e como enchedor uma substância não adesiva adicionada à cola para melhorar as suas qualidades como, por exemplo, a viscosidade.

A quantidade de adesivo aplicada por unidade de área irá refletir na qualidade do painel.

Em relação ao tempo de montagem, isto é, o período de tempo decorrido entre a aplicação do adesivo e o momento em que prensa é fechada, ele deve ser tal que permita a transferência do adesivo da lâmina com cola para lâmina sem cola, a penetração do adesivo nas células superficiais das lâminas e umidecimento das mesmas.

Considerando-se que, em função da sua porosidade, a madeira de Pinus apresenta uma tendência a absorver o adesivo em demasia, o objetivo deste experimento foi testar um adesivo à base de uréia-formaldeído com a presença de um enchedor (combinação de cascas vegetais pulverizadas, comercialmente denominado ALBEX-3), verificando-se qual o efeito das variações na quantidade de adesivo aplicado nas lâminas e do tempo de montagem na qualidade do painel compensado manufaturado com lâminas de Pinus caribaea var. hondurensis, avaliando-se a resistência da linha de colagem e a resistência à flexão estática.

2. Material e Métodos

Foram utilizadas 36 toras de Pinus caribaea var. hondurensis, provenientes de um horto do Instituto Florestal localizado em Tupi-SP. Obtiveram-se lâminas com 1,0 mm e 2,0 mm de espessura utilizando-se um torno desenrolador THOMS e BENATO, modelo LHT-14, com as regulagens descritas na Tabela 1. As características das toras constam das Tabelas 3 e 4.

* *Professor Assistente - Departamento de Silvicultura - ESALQ/USP.*

TABELA 1. Regulagens do torno desenrolador adotadas na laminação das toras de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

REGULAGENS	ESPESSURA DA LÂMINA	
	1,0 mm	2,0 mm
Ângulo de afiação da faca	20°00'	20°00'
Ângulo da faca	90°30' à 89°30'	90°30' à 89°30'
Ângulo de compressão da contra-faca	15°00'	15°00'
Abertura horizontal	1,1 mm	2,0 mm
Abertura vertical	0,27 mm	0,50 mm
Espessura visada	1,2 mm	2,2 mm

A secagem das lâminas foi efetuada em uma estufa convencional para madeira serrada, à temperatura de 50°C. A umidade das lâminas foi uniformizada em um teor de aproximadamente 10%.

Utilizou-se uma única formulação de adesivo à base de uréia-formaldeído (Tabela 2), variando-se a quantidade de cola aplicada nas lâminas, que foi de 250, 300, 350 e 400 g/m² em linha dupla. Os tempos de montagem foram de 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 minutos, perfazendo um total de 28 tratamentos. Foram manufacturados 2 compensados por tratamento, resultando em 54 painéis. Cada compensado era composto de 5 lâminas (1-2-2-2-1) com uma espessura final de 8,0 mm.

TABELA 2. Formulação do adesivo utilizado na manufatura dos compensados.

COMPONENTE	PARTES POR PESO	(%)
Cascamite P1-117	100	37,0
Farinha de trigo (Albex-1)	65	24,1
Albumina de sangue (Albex-5)	7	2,6
Cascas pulverizadas (Albex-3)	10	3,7
Catalizadores (H-27L e M-8)	8	3,0
Água	80	29,6
TOTAL	270	100,0

A operação de prensagem foi efetuada com 2 painéis por abertura, sob 7,5 kg/cm² de pressão específica e 95°C de temperatura, durante 25 minutos. Após a prensagem as chapas permaneceram um mínimo de 6 dias em climatização ao ambiente, sendo então retirados os corpos de prova para os ensaios de qualidade. Adotaram-se as normas NBS/OS 51-71 (SUTULA, 1972) para o teste da linha de colagem, e ASTM D-3043-72 para o teste de resistência à flexão estática. A Figura 1 apresenta o esquema da amostragem no painel.

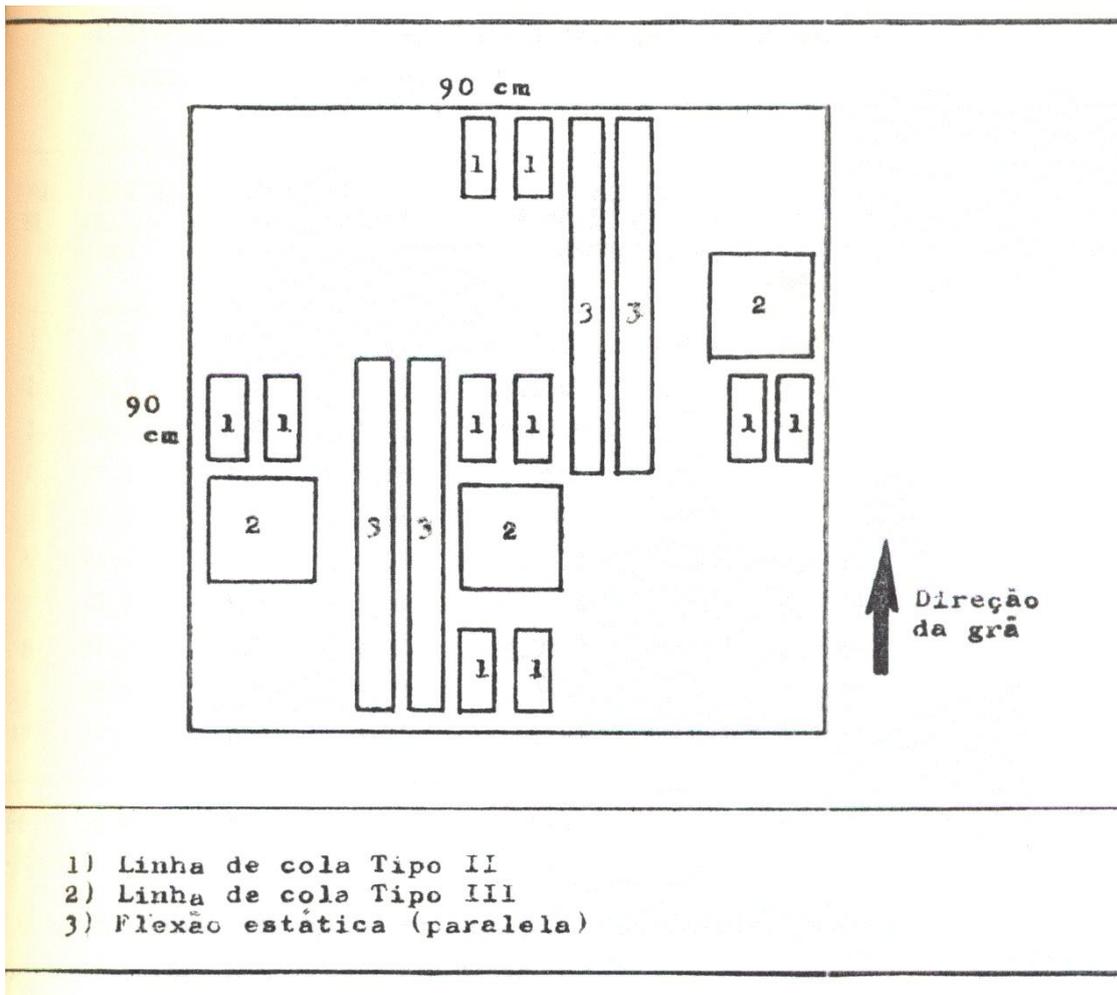


FIGURA 1. Esquema de amostragem para retirada dos corpos de prova a serem usados na avaliação da qualidade do compensado.

3. Resultados e Discussão

As Tabelas 3 e 4 mostram as características das toras e o rendimento do processo de laminação para lâminas com 1,0 mm e 2,0 mm de espessura, respectivamente. No momento do corte a umidade das toras variou de 94,2% a 195,0%, e a temperatura de 31°C a 44°C. As lâminas obtidas estavam razoavelmente abertas, com pouca rugosidade e com espessura uniforme, podendo ser consideradas de boa qualidade. A existência de nós causou o aparecimento de marcas de faca em aproximadamente 20% do total de lâminas obtidas. Ocorreram problemas de fixação nas garras em quatro toras (de nºs 16, 22, 25 e 29), sendo que apenas da tora nº 16 não foi possível obter nenhuma lâmina.

TABELA 3. Características das toras, temperatura de corte e rendimento do processo de laminação, para a obtenção de lâminas com 1,0 mm de espessura.

TORA Nº	DIÂMETRO MÉDIO (cm)	COMPRI- MENTO (m)	FATOR DE CONICIDA- DE	VOLUME (m ³)			TEMPE- RATURA DE CORTE (°C)	RENDI- MENTO (%)
				DA TORA (SEM CASCA)	CILINDRO CENTRAL	LÂMINAS ÚTEIS (ÚMIDAS)		
1	27,0	1,0	1,02	0,0572	0,0095	0,0333	40,0	58,2
2	29,0	1,0	1,11	0,0661	0,0071	0,0332	38,0	50,2
3	25,2	1,0	1,02	0,0499	0,0071	0,0247	34,0	49,5
4	27,3	1,0	1,06	0,0585	0,0071	0,0298	38,0	50,9
5	27,0	1,0	1,08	0,0573	0,0079	0,0268	34,0	46,8
6	25,5	1,0	1,04	0,0511	0,0095	0,0231	45,0	45,2
7	23,5	1,0	1,04	0,0434	0,0087	0,0179	36,0	41,2
8	27,7	1,0	1,00	0,0603	0,0087	0,0366	34,0	60,7
9	26,5	1,0	1,04	0,0551	0,0079	0,0245	38,0	44,5
10	27,4	1,0	1,03	0,0590	0,0079	0,0246	38,0	41,7
MÉDIA	26,6	1,0	1,04	0,0558	0,0081	0,0275	37,5	48,9

O fator de conicidade foi obtido tomando-se os diâmetros nas extremidades da tora e dividindo-se o maior pelo menor.

O rendimento é expresso em porcentagem do volume de lâminas úteis em relação ao volume total da tora.

TABELA 4. Características das toras, temperatura de corte e rendimento do processo de laminação, para a obtenção de lâminas com 2,0 mm de espessura.

TORA N°	DIÂMETRO MÉDIO (cm)	COMPRI-MENTO (m)	FATOR DE CONICIDA-DE	VOLUME (m ³)			TEMPE-RATURA DE CORTE (°C)	RENDI-MENTO (%)
				DA TORA (SEM CASCA)	CILINDRO CENTRAL	LÂMINAS ÚTEIS (ÚMIDAS)		
11	22,2	1,0	1,02	0,0387	0,0071	0,0158	34,0	40,8
12	22,8	1,0	1,02	0,0408	0,0079	0,0201	32,0	49,3
13	24,8	1,0	1,02	0,0483	0,0079	0,0199	31,0	41,2
14	23,8	1,0	1,11	0,0445	0,0071	0,0214	36,0	48,1
15	21,2	1,0	1,02	0,0353	0,0079	0,0175	34,0	49,6
16	20,5	1,0	1,05	0,0330	-	0,00	34,0	0,0
17	23,0	1,0	1,00	0,0415	0,0071	0,0129	43,0	31,1
18	19,8	1,0	1,03	0,0308	0,0071	0,0160	39,0	51,9
19	18,5	1,0	1,06	0,0269	0,0079	0,0097	35,0	36,1
20	17,2	1,0	1,03	0,0232	0,0071	0,0061	34,0	26,3
21	23,2	1,0	1,02	0,0423	0,0079	0,0226	43,0	53,4
22	22,0	1,0	1,00	0,0380	0,0133	0,0171	41,0	45,0
23	28,0	1,0	1,04	0,0616	0,0079	0,0285	40,5	46,3
24	23,5	1,0	1,00	0,0434	0,0075	0,0215	43,0	49,5
25	22,0	1,0	1,10	0,0380	0,0087	0,0184	39,0	48,4
26	23,0	1,0	1,00	0,0415	0,0079	0,0237	36,5	57,1
27	24,9	1,0	1,01	0,0487	0,0079	0,0254	43,0	52,2
28	25,8	1,0	1,04	0,0523	0,0079	0,0252	38,0	48,2
29	28,5	1,0	1,02	0,0638	0,0113	0,0193	36,0	30,3
30	21,0	1,0	1,08	0,0346	0,0087	0,0132	43,0	38,3
31	32,0	1,0	1,01	0,0804	0,0064	0,0431	44,0	53,6
32	29,0	1,0	1,00	0,0661	0,0064	0,0362	40,0	54,8
33	24,5	1,0	1,06	0,0471	0,0064	0,0195	38,0	41,4
34	24,5	1,0	1,04	0,0471	0,0064	0,0258	39,0	54,8
35	25,0	1,0	1,01	0,0491	0,0071	0,0350	31,0	71,3
36	26,0	1,0	1,01	0,0531	0,0064	0,0350	37,0	65,9
MÉDIA	23,7	1,0	1,03	0,0450	0,0078	0,0211	37,8	45,6

O fator de conicidade foi obtido tomando-se os diâmetros nas extremidades da tora e dividindo-se o maior pelo menor.

O rendimento é expresso em porcentagem do volume de lâminas úteis em relação ao volume total da tora.

Considerando que somente 11,1% das toras tiveram problemas durante o processamento e que as lâminas obtidas foram de boa qualidade, chegou-se à conclusão de que as condições de laminação (regulagens do torno e temperatura de corte) foram adequadas à matéria-prima utilizada.

No que diz respeito à classificação visual, 8,0% das lâminas foram classificadas como tipo A, isto é, isentas de nós ou outros defeitos e que podem ser utilizadas como capas nos compensados. O restante das lâminas tinham como defeito principal nós ou buracos de nós, condicionando o seu uso no miolo dos compensados. Esse fato comprova que é da maior importância a desrama artificial no povoamento florestal quando se pretende destinar essa madeira para a manufatura de painéis compensados.

O rendimento final em lâminas úteis foi bom (46,5% na média das 36 toras), considerando-se que o diâmetro médio está ao redor de 25,0 cm.

As Tabelas 5 e 6 apresentam os resultados do teste da linha de cola para os tipos II e III. Os valores dos módulos de ruptura e de elasticidade para a flexão estática constam das Tabelas 7 e 8, sendo que a variação desses valores em função da quantidade de cola e do tempo de montagem pode ser visualizada nas Figuras 2 a 7. As Tabelas 9 a 14 mostram as análises das variâncias referentes aos dados das Tabelas 7 e 8.

TABELA 5. Número de falhas no teste da linha de cola tipo II (alta resistência à umidade), em função do tempo de montagem e da quantidade de adesivos.

TEMPO DE MONTAGEM (min)	QUANTIDADE DE ADESIVO (g/m ²)			
	250	300	350	400
10	6,0	5,5	4,0	0,0 *
15	6,5	2,5	3,0	0,5 *
20	7,0	5,0	4,5	1,0 *
25	8,5	8,0	4,0	2,0 *
30	9,5	4,5	4,0	3,0
35	8,0	6,5	6,0	2,5
40	5,5	8,5	6,5	1,0*
MÉDIA	7,3	5,8	4,6	1,4

O número de falhas é a média de 2 repetições. Os tratamentos assinalados com (*) são os que passaram no teste.

TABELA 6. Número de falhas no teste da linha de cola tipo III (resistência moderada à umidade), em função do tempo de montagem e da quantidade de adesivos.

TEMPO DE MONTAGEM (min)	QUANTIDADE DE ADESIVO (g/m ²)			
	250	300	350	400
10	2,0	0,5 *	1,0	0,0 *
15	1,5	0,0 *	0,0 *	0,0 *
20	2,0	1,5	0,0 *	0,5 *
25	1,5	2,5	0,0 *	0,0 *
30	2,5	1,0	1,5	0,0 *
35	2,0	1,0 *	1,5	0,0 *
40	1,5	2,5	1,5	0,0 *
MÉDIA	1,9	1,3	0,8	0,1

O número de falhas é a média de 2 repetições. Os tratamentos assinalados com (*) são os que passaram no teste.

TABELA 7. Valores médios do módulo de ruptura (MOR) à flexão estática no sentido paralelo, acompanhados do respectivo erro padrão s (\hat{m}), em função da quantidade de adesivo e do tempo de montagem.

TEMPO DE MONTAGEM (min)	QUANTIDADE DE ADESIVO (g/m ²)							
	250		300		350		400	
	MOR (kg/cm ²)	s (\hat{m})	MOR (kg/cm ²)	s (\hat{m})	MOR (kg/cm ²)	s (\hat{m})	MOR (kg/cm ²)	s (\hat{m})
10	402,3	27,7	358,6	19,3	321,4	33,8	377,1	16,8
15	301,6	18,2	410,0	23,3	366,1	9,5	384,1	26,9
20	356,1	18,4	372,1	16,5	354,9	18,5	384,4	18,4
25	377,6	27,6	286,9	25,3	357,3	16,7	385,8	12,2
30	335,4	18,3	308,0	21,1	335,0	17,1	367,0	26,8
35	347,4	34,9	375,0	15,2	303,5	38,7	400,8	18,3
40	295,5	17,1	362,0	14,2	374,4	25,0	377,1	29,6

O valor obtido por tratamento é a média de 8 corpos de prova.

TABELA 8. Valores médios do módulo de elasticidade (MOE) à flexão estática no sentido paralelo, acompanhados do respectivo erro padrão s (\hat{m}), em função da quantidade de adesivo e do tempo de montagem.

TEMPO DE MONTAGEM (min)	QUANTIDADE DE ADESIVO (g/m^2)							
	250		300		350		400	
	MOE (kg/cm^2)	s (\hat{m})	MOE (kg/cm^2)	s (\hat{m})	MOE (kg/cm^2)	s (\hat{m})	MOE (kg/cm^2)	s (\hat{m})
10	60,567	2,891	59.544	2,990	62.432	4,002	58.856	948
15	59,614	2,595	63.500	3,417	68.912	2,554	63.344	4,037
20	59,448	2,445	57.655	2,137	68.546	3,617	63.775	5,525
25	67.517	3,878	54.773	2,519	64.075	4,953	71.891	3,814
30	51.735	2,641	57.210	2,097	66.337	4,035	60.449	2,203
35	59.582	3,240	63.287	3,716	62.822	3,616	61.690	5,940
40	57.917	3,680	57.00	2,249	66.349	4,230	64.212	3,405

O valor obtido por tratamento é a média de 8 corpos de prova.

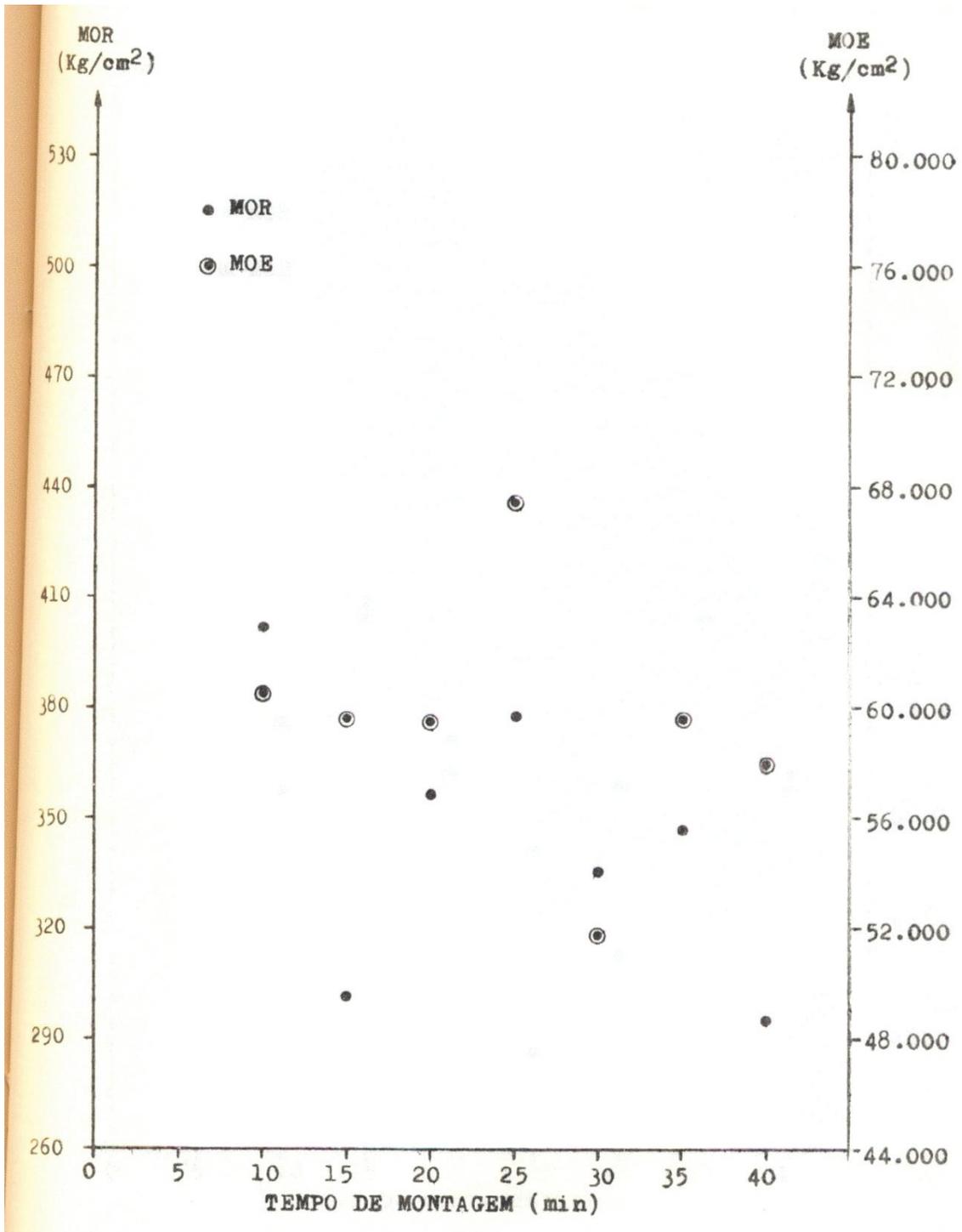


Figura 2. Variação dos módulos de ruptura (MOR) e elasticidade (MOE) em função do tempo de montagem para painéis colados com 250 g de adesivo por m² em linha dupla.

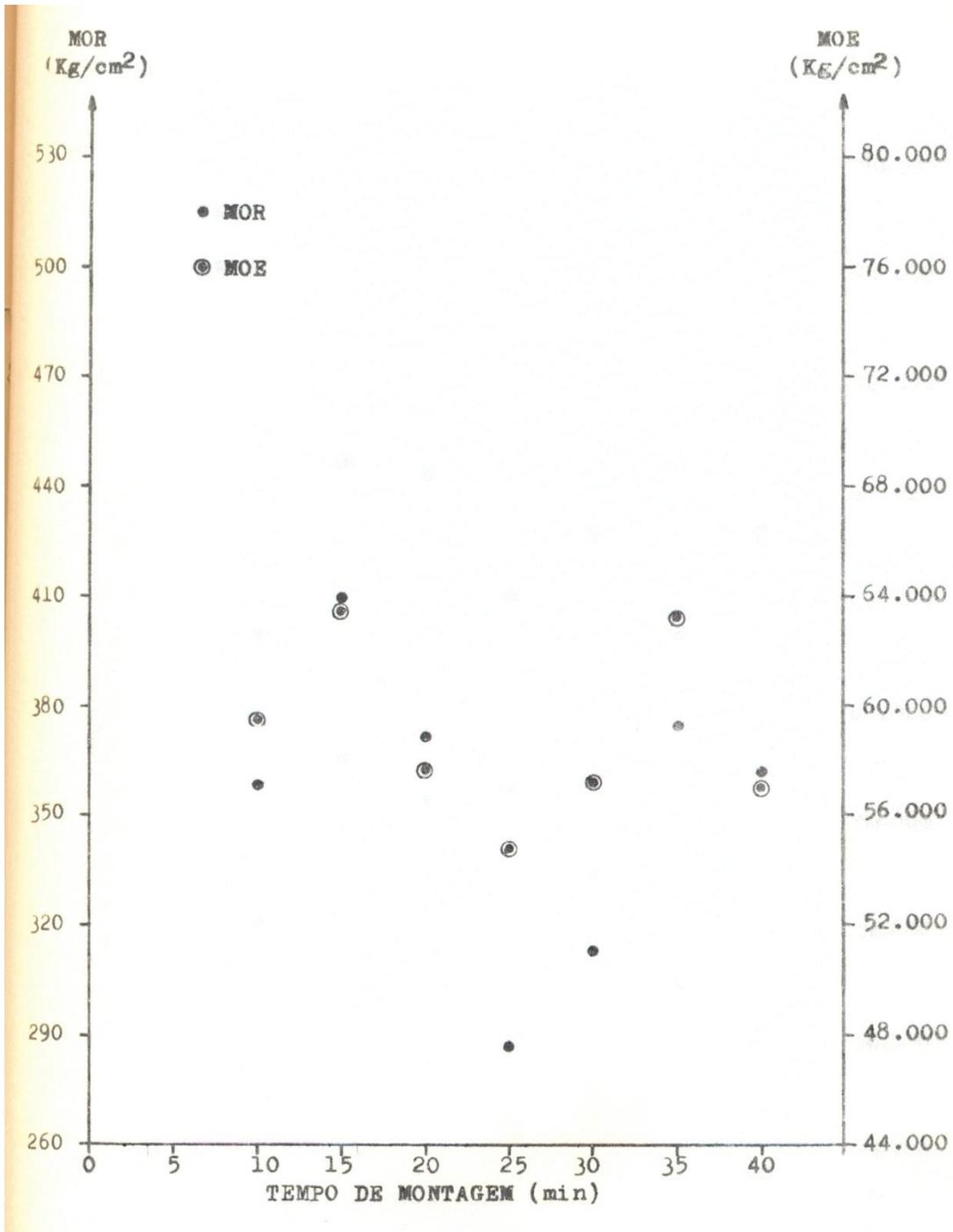


Figura 3. Variação dos módulos de ruptura (MOR) e elasticidade (MOE) em função do tempo de montagem para painéis colados com 300 g de adesivo por m² em linha dupla.

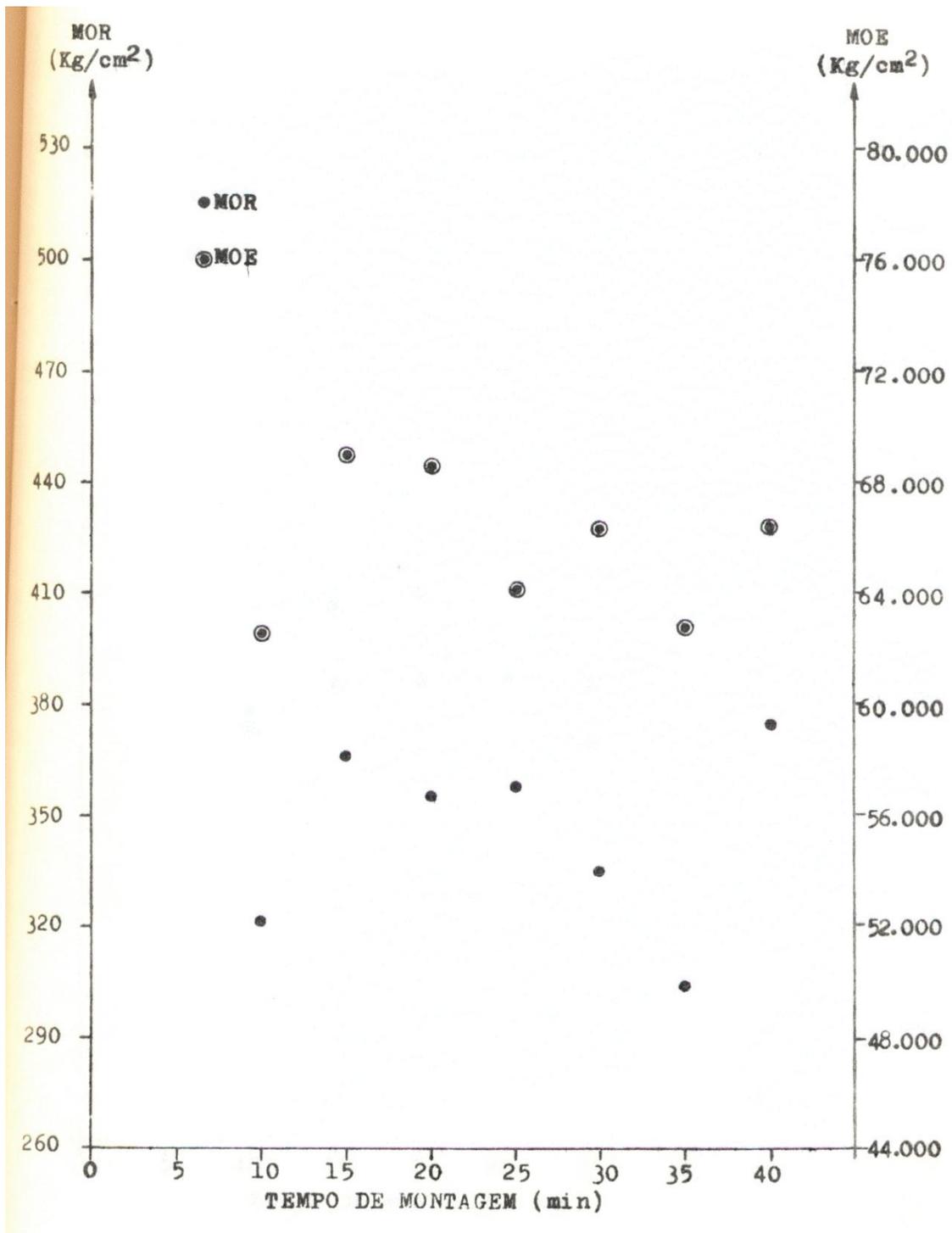


Figura 4. Variação dos módulos de ruptura (MOR) e elasticidade (MOE) em função do tempo de montagem para painéis colados com 350 g de adesivo por m² em linha dupla.

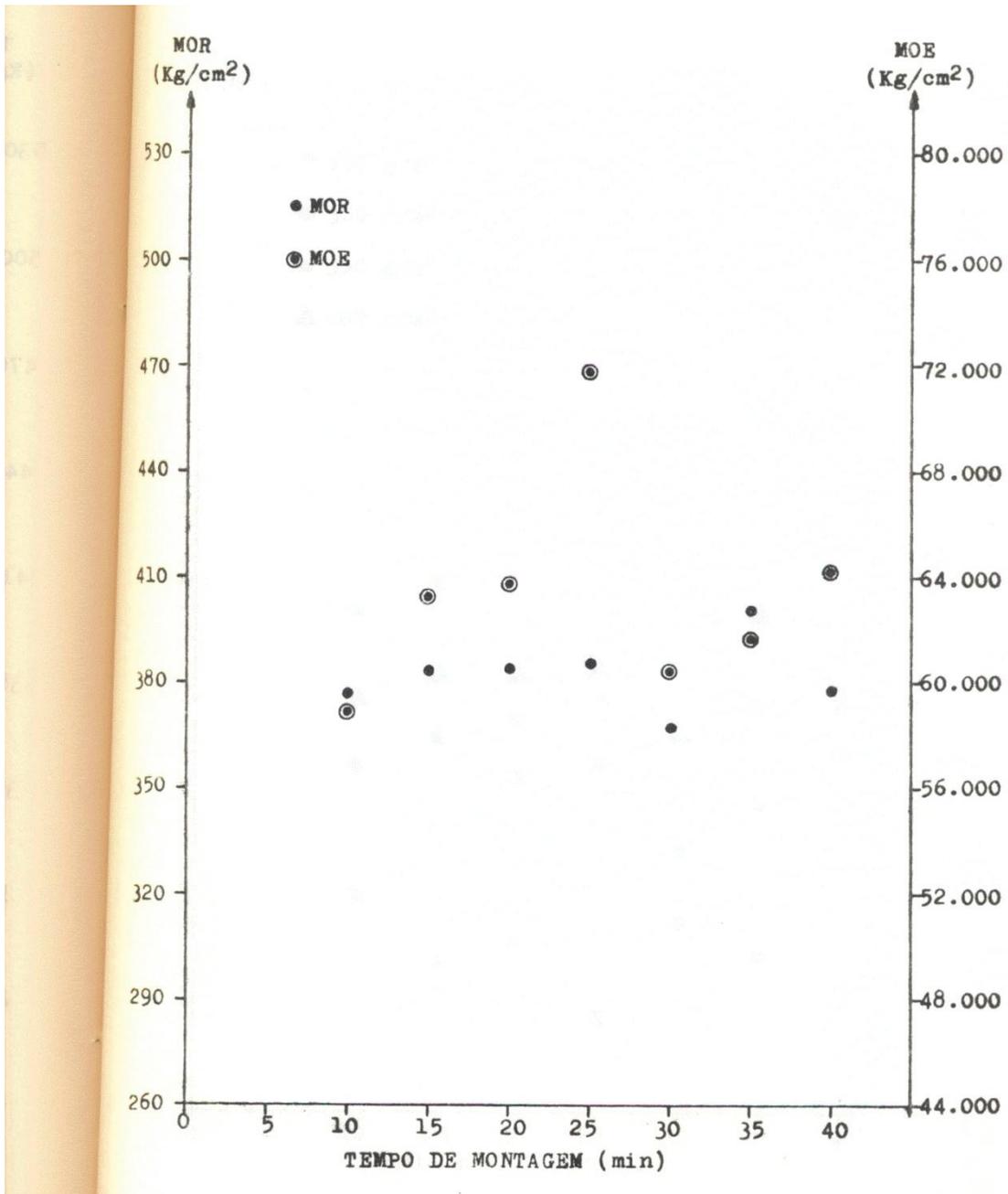


Figura 5. Variação dos módulos de ruptura (MOR) e elasticidade (MOE) em função do tempo de montagem para painéis colados com 400 g de adesivo por m² em linha dupla.

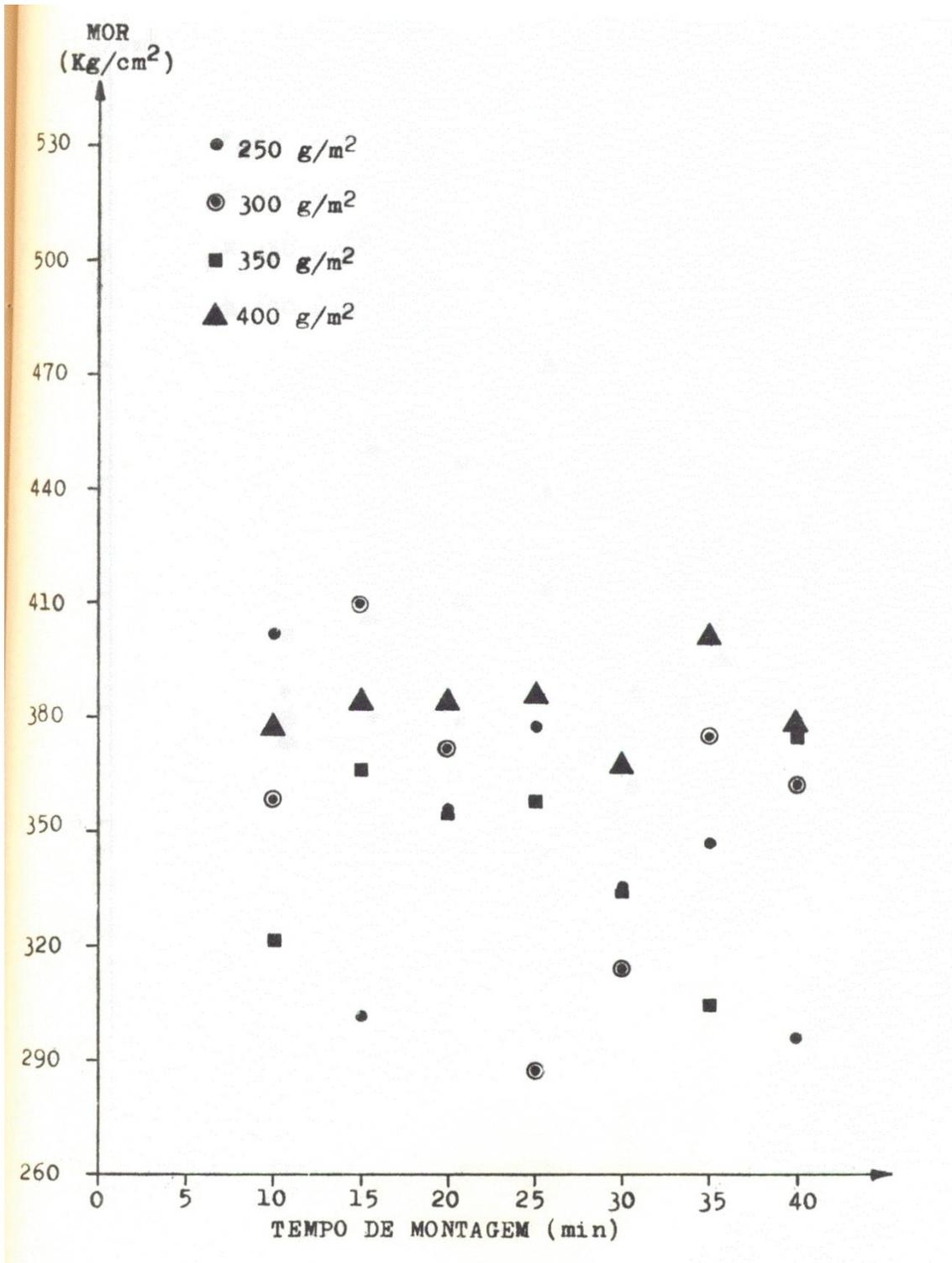


Figura 6. Variação do módulo de ruptura (MOR) em função do tempo e da quantidade de adesivo.

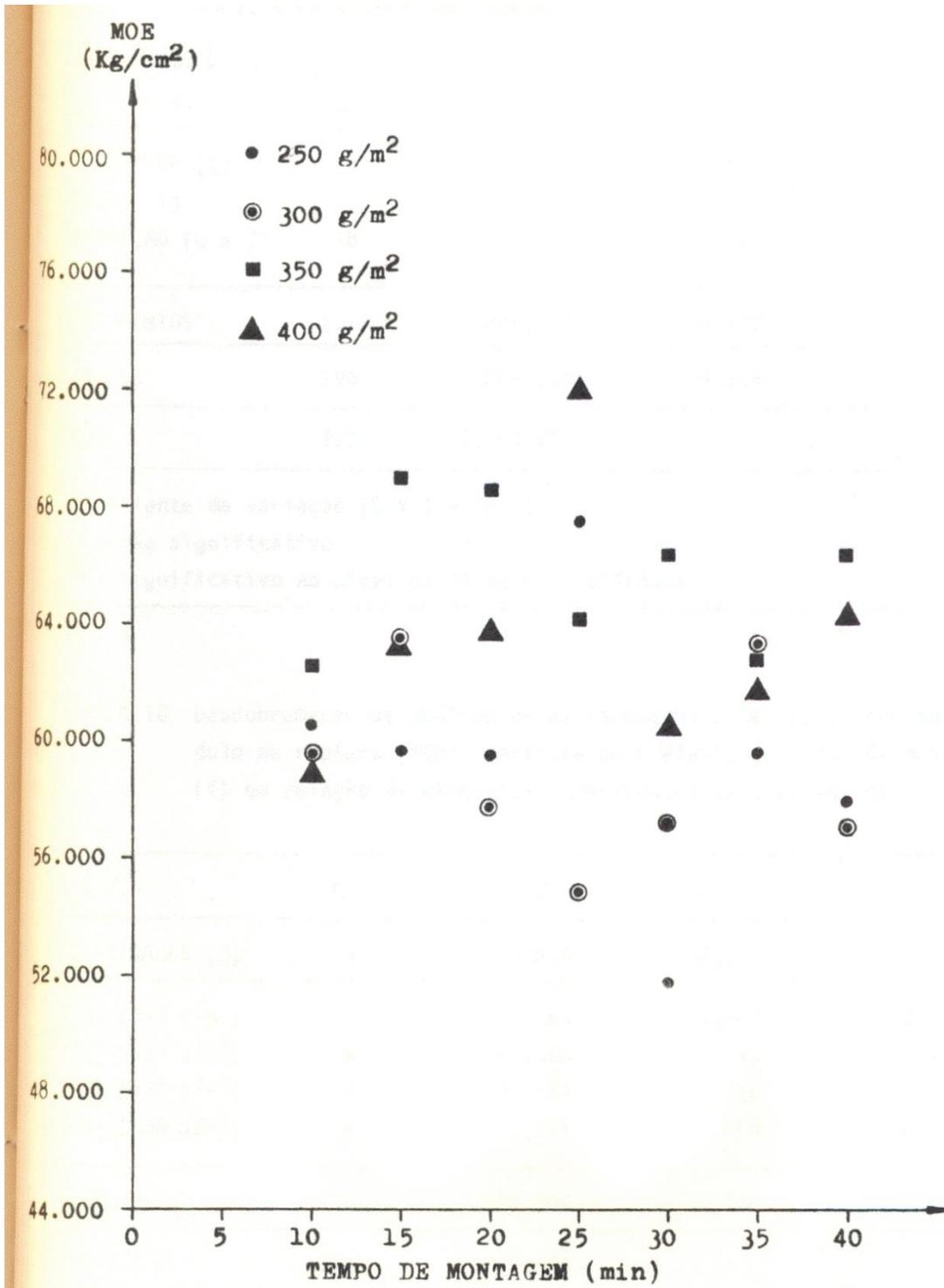


Figura 7. Variação do módulo de ruptura (MOR) em função do tempo e da quantidade de adesivo.

TABELA 9. Análise da variância para os resultados do módulo de ruptura (MOR), apresentados na Tabela 7.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
QUANTIDADE (Q)	3	53,049	17,683	4,29 **
TEMPOS (T)	6	22,504	3,750	0,91 ns
INTERAÇÃO (Q x T)	18	170,199	9,455	2,29 **
TRATAMENTOS	(27)	245,752	9,102	2,21 **
RESÍDUO	196	808,304	4,124	
TOTAL	223	1.054,056		

Coefficiente de variação (C.V.) = 18,0%

ns = não significativo

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 10. Desdobramento da análise da variância para os resultados do módulo de ruptura (MOR), verificando o efeito do tempo de montagem (T) em relação às diferentes quantidades de adesivo (Q).

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
QUANTIDADE (Q)	3	53,049	17,683	4,29 **
T/Q ₁ (250 g/m ²)	6	71,164	11,860	2,88 **
T/Q ₂ (300 g/m ²)	6	84,868	14,144	3,43 **
T/Q ₃ (350 g/m ²)	6	31,490	5,248	1,27 ns
T/Q ₄ (400 g/m ²)	6	5,181	864	0,21 ns
RESÍDUO	196	808,304	4,124	
TOTAL	223	1.054,056		

Coefficiente de variação (C.V.) = 18,0%

ns = não significativo

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 11. Desdobramento da análise da variância para os resultados do módulo de ruptura (MOR), verificando o efeito da quantidade de adesivo (Q) em relação aos diferentes tempos de montagem (T):

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
TEMPOS (T)	6	22,504	3,750	0,91 ^{ns}
Q/T ₁ (10 min)	3	27,826	9,275	2,88 **
Q/T ₂ (15 min)	3	51,260	17,087	3,43 **
Q/T ₃ (20 min)	3	4,748	1,583	1,27 ns
Q/T ₄ (25 min)	3	48,516	16,172	0,21 ns
Q/T ₅ (30 min)	3	13,967	4,655	
Q/T ₆ (35 min)	3	41,540	13,846	
Q/T ₇ (40 min)	3	35,391	11,797	
RESÍDUO	196	808,304	4,124	
TOTAL	223	1.054,056		

Coefficiente de variação (C.V.) = 18,0%

ns = não significativo

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 12. Análise da variância para os resultados do módulo de elasticidade (MOE), apresentados na Tabela 8.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
QUANTIDADE (Q)	3	1,719.10 ⁹	5,729.10 ⁸	5,84 **
TEMPOS (T)	6	7,222.10 ⁸	1,204.10 ⁸	1,23 ns
INTERAÇÃO (Q x T)	18	1,999.10 ⁹	1,111.10 ⁸	1,13 ns
TRATAMENTOS	(27)	4,440.10 ⁹	1,644.10 ⁸	1,68 *
RESÍDUO	196	1,923.10 ¹⁰	9.809,10 ⁷	
TOTAL	223	2,367.10 ¹⁰		

Coefficiente de variação (C.V.) = 16,0%

ns = não significativo

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 13. Desdobramento da análise da variância para os resultados do módulo de elasticidade (MOE), verificando o efeito do tempo de montagem (T) em relação às diferentes quantidades de adesivo (Q).

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
QUANTIDADES (Q)	3	1.719,10 ⁹	5.729,10 ⁸	5,84 **
T/Q ₁ (250 g/m ²)	6	1,026.10 ⁹	1,710.10 ⁸	1,74 ns
T/Q ₂ (300 g/m ²)	6	5,264.10 ⁸	8,733.10 ⁷	0,89 ns
T/Q ₃ (350 g/m ²)	6	3,266.10 ⁸	5,443.10 ⁷	0,56 ns
T/Q ₄ (400 g/m ²)	6	8,413.10 ⁸	1,402.10 ⁸	1,43 ns
RESÍDUO	196	1,923.10 ¹⁰	9,809,10 ⁷	
TOTAL	223	2,367.10 ¹⁰		

Coefficiente de variação (C.V.) = 16,0%

ns = não significativo

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 14. Desdobramento da análise da variância para os resultados do módulo de elasticidade (MOE) verificando o efeito da quantidade de adesivo (Q) em relação aos diferentes tempos de montagem (T).

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
TEMPOS (T)	6	7,222.10 ⁸	1,204.10 ⁸	1,23 ns
Q/T ₁ (10 min)	3	5,812.10 ⁷	1,937.10 ⁷	0,20 ns
Q/T ₂ (15 min)	3	3,516.10 ⁸	1,172.10 ⁸	1,19 ns
Q/T ₃ (20 min)	3	5,671.10 ⁸	1,890.10 ⁸	1,93 ns
Q/T ₄ (25 min)	3	1,268.10 ⁹	4,227.10 ⁸	4,31 *
Q/T ₅ (30 min)	3	8,953.10 ⁸	2,984.10 ⁸	3,04 *
Q/T ₆ (35 min)	3	6,545.10 ⁷	2,182.10 ⁷	0,22 ns
Q/T ₇ (40 min)	3	5,111.10 ⁸	1,704.10 ⁸	1,74 ns
RESÍDUO	196	1,923.10 ¹⁰	9,809,10 ⁷	
TOTAL	223	2,367.10 ¹⁰		

Coefficiente de variação (C.V.) = 16,0%

ns = não significativo

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

Nas Tabelas 5 e 6 pode-se observar que, na média, aumentando a quantidade do adesivo diminui o número de falhas, significando um aumento na resistência da linha de cola à umidade. Nota-se também que o efeito do tempo de montagem não é regular no teste Tipo II com 400 g/m² e no teste Tipo III com 300 g/m². Para se obter um painel com alta resistência à umidade deve-se aplicar um mínimo de 400 g de adesivo (na formulação descrita na Tabela 2) por m² de linha dupla, com o tempo de montagem variando entre 10 e 25 minutos. Aumentando-se o tempo de montagem ou diminuindo a quantidade adesivo para 350 g/m² a qualidade da linha de colagem será prejudicada, apresentando resistência moderada à umidade. Esses resultados são similares aos obtidos para Pinus kesiya (JANKOWSKY, 1979) e inferiores em relação ao Pinus strobus (JANKOWSKY, 1978); testados na manufatura de compensados com RESINA URÉICA sem o uso de cascas vegetais pulverizadas como extensor.

No que diz respeito à resistência mecânica, observa-se através das Figuras 2 a 7 que não há correlação do tempo de montagem com o módulo de ruptura ou com o módulo de elasticidade, independente da quantidade de adesivo utilizada, contradizendo os resultados obtidos por JANKOWSKY (1980).

A análise da variância mostrou que o módulo de ruptura é afetado pela quantidade de adesivo, ocorrendo ainda uma interação com o tempo de montagem. O módulo de elasticidade também é afetado pela quantidade de adesivos para os tempos de 25 e 30 minutos. Embora tenha sido possível detectar diferenças entre os tratamentos por intermédio da análise estatística, é impossível selecionar qual a faixa ideal de processamento, pois dentro de uma mesma quantidade não existe um efeito definido do tempo de montagem.

Convém notar que o valor máximo encontrado para o módulo de ruptura (410,0 kg/cm², para 300g de adesivo e 15 minutos de montagem) é notadamente inferior ao valor médio de 732,6 kg/cm obtido anteriormente por JANKOWSKY (1980).

Os trabalhos desenvolvidos por BLOMQUIST & OLSON (1964), sobre a qualidade da linha de colagem em compensados de pinheiros sulinos, mostraram que tanto o relacionamento entre quantidade de adesivo e tempo de montagem com o efeito dessas variáveis na qualidade do painel variam em função do tipo de adesivo ou da formulação utilizada.

A utilização do pó de cascas vegetais tem por objetivo aumentar a viscosidade do adesivo e dessa forma regular a sua penetração nas lâminas. É provável que no presente experimento a viscosidade tenha atingido um ponto em que a penetração do adesivo na madeira deixou de ser condicionada pelo tempo de montagem, mascarando também o efeito da quantidade aplicada do adesivo. Quando o painel é submetido a um esforço de flexão a linha de colagem trabalha ao cisalhamento. Assim, a resistência mecânica de um painel cuja linha de colagem é fraca estará condicionada às características da madeira, o que pode também explicar a discrepância nos resultados obtidos.

Considerando-se que não existem vantagens econômicas na adição desse tipo de enchedor em resinas de uréia-formaldeído, que o seu uso causa uma diminuição na resistência do painel à flexão estática e, que é necessária a aplicação de uma quantidade elevada de adesivo para se obter linhas de colagem com alta resistência à umidade; torna-se desaconselhável a utilização do pó de cascas vegetais na manufatura de painéis compensados com madeira de Pinus caribaea var. hondurensis quando colados com resina uréica.

EFEITO DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE PRENSAGEM NA QUALIDADE DO PAINEL COMPENSADO DE Pinus caribaea var. hondurensis.

1. Introdução

A resina de uréia-formaldeído é o produto da condensação irreversível da uréia e do formaldeído. As resinas comercializadas na forma líquida constituem-se de uma mistura de monômeros de uréia sem características adesivas, pré-condensada e com pH neutro. É exatamente a neutralidade da solução (pH entre 7 e 8) que impede a continuidade na reação de condensação e posterior formação do polímero uréia-formaldeído, adesivo com características amplamente conhecidas.

A resina pré-condensada e neutra pode ser endurecida por uma redução do pH, ou seja, acidificando-se a solução. Existem diversos endurecedores, também chamados catalizadores ou agentes de cura, capazes de reiniciar a condensação da resina. A velocidade do processo de endurecimento é aumentada consideravelmente por ácidos ou substâncias capazes de liberar um ácido quando adicionada à resina.

Os catalizadores mais utilizados são sais de amônia, RAYNER, citado por KOLLMANN, KUENZI & STAMM (1975), afirma que uma das razões pela qual os sais de amônia são excelentes catalizadores é que a velocidade no abaixamento do pH aumenta violentamente com o aumento da temperatura.

Uma prática comum para aumentar a tempo de vida do adesivo pronto (resina, extensor e catalizador misturados) é a adição de uma substância tampão que volatilize rapidamente sob o efeito de temperaturas elevadas. O que pode ocorrer durante a operação de prensagem é que a combinação tempo temperatura não seja suficiente para que ocorra o máximo de polimerização do adesivo.

CHOW & HANCOCK (1969) mostraram que a resistência do compensado ao cisalhamento na condição seca era diretamente relacionada com a porcentagem do grau de polimerização do adesivo.

Considerando-se o efeito que o tempo e a temperatura de prensagem tem sobre a qualidade do painel, o objetivo deste experimento foi testar experimentalmente 3 temperaturas com 5 tempos de prensagem por temperatura, visando determinar quais as faixas possíveis de operação na manufatura de compensados de Pinus caribaea var. hondurensis.

2. Material e Métodos

Utilizando-se lâminas com 1,0 mm e 2,0 mm de espessura, cuja obtenção já foi descrita no item 3.1.1., e um adesivo a base de uréia-formaldeído (Tabela 2), foram manufaturados 30 painéis, variando-se tempo e a temperatura de prensagem conforme a descrição da Tabela 15. Cada painel era composto por 2 lâminas de 1,0 mm nas faces e 3 lâminas de 2,0 mm no moco, resultando uma espessura final de 8,0 mm.

TABELA 15. Tempos e temperaturas de prensagem utilizados na manufatura dos compensados.

TEMPERATURA DA PRENSA (°C)	TEMPOS DE PRENSAGEM (MIN)					
	8	10	12	14	16	18
95,0	8	10	12	14	16	18
105,0	6	8	10	12	14	16
120,0	2	4	6	8	10	12

A quantidade de adesivo (350,0 g/m² de linha dupla), o tempo de montagem (15 minutos) e a pressão específica na prensa (7,5 kg/cm²) foram constantes para todos os tratamentos, sendo que a operação de prensagem foi efetuada com 1 painel por abertura. Após a prensagem as chapas permaneceram um mínimo de 6 dias em climatização ao ambiente, providenciando-se então a retirada dos corpos de prova para os ensaios de qualidade.

O esquema da amostragem é apresentado na Figura 1. Os testes foram efetuados de acordo com as normas NBS/OS 51-71 (SUTULA, 1972) para a resistência à umidade da linha de cola, e ASTM D-3043-72 para a resistência à flexão estática.

3. Resultados e Discussão

Os resultados do teste da linha de colagem constam das Tabelas 16 e 17, e as Tabelas 18 e 19 mostram os valores dos módulos de ruptura e elasticidade, respectivamente. As Figuras 8 a 12 ilustram o relacionamento da resistência à flexão estática com o tempo e a temperatura de prensagem. A análise estatística aplicada aos resultados de resistência é a apresentada nas Tabelas 20 a 25.

TABELA 16. Número de falhas no teste da linha de cola Tipo II (alta resistência à umidade), em função do tempo e da temperatura de prensagem.

TEMPERATURA DA PRENSAGEM (°C)	TEMPO DE PRENSAGEM (MINUTOS)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
95,0	-	-	-	4,5	5,0	3,0	1,0*	1,5
105,0	-	-	5,5	0,5*	0,5*	0,5*	1,0*	-
120,0	5,5	3,0	0,5*	4,5	2,0*			

O número de falhas é a média de 2 repetições. Os tratamentos assinalados com (*) são os que passaram no teste.

TABELA 17. Número de falhas no teste da linha de cola Tipo III (resistência moderada à umidade), em função do tempo e da temperatura de prensagem.

TEMPERATURA DA PRENSAGEM (°C)	TEMPO DE PRENSAGEM (MINUTOS)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
95,0	-	-	-	0,5*	1,0*	0,0*	0,5*	0,0*
105,0	-	-	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	-
120,0	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	-	-	

O número de falhas é a média de 2 repetições.
Os tratamentos assinalados com (*) são os que passaram no teste.

TABELA 18. Valores médios do módulo de ruptura (MOR) à flexão estática no sentido paralelo, acompanhados do respectivo erro padrão s (\hat{m}), em função da quantidade de adesivo e do tempo de montagem.

TEMPO DE PRENSAGEM (MINUTOS)	TEMPERATURA DA PRENSA (°C)					
	95,0		105,0		120,0	
	MOR (kg/cm ²)	s (\hat{m})	MOR (kg/cm ²)	s (\hat{m})	MOR (kg/cm ²)	s (\hat{m})
2	-	-	-	-	471,9	38,0
4	-	-	-	-	435,5	10,0
6	-	-	459,0	8,9	401,5	13,3
8	434,1	25,5	456,8	22,0	456,4	30,5
10	408,3	14,3	454,5	13,9	450,5	26,5
12	449,4	24,0	416,3	20,3	-	-
14	401,8	15,9	419,3	22,0	-	-
16	427,8	22,0	-	-	-	-

O valor obtido por tratamento é a média de 8 corpos de prova.

TABELA 19. Valores médios do módulo de elasticidade (MOE) à flexão estática no sentido paralelo, acompanhados do respectivo erro padrão s (\hat{m}), em função do tempo e da temperatura de prensagem.

TEMPO DE PRENSAGEM (MINUTOS)	TEMPERATURA DA PRENSA (°C)					
	95,0		105,0		120,0	
	MOE (kg/cm ²)	s (\hat{m})	MOE (kg/cm ²)	s (\hat{m})	MOE (kg/cm ²)	s (\hat{m})
2	-	-	-	-	69,825	3,877
4	-	-	-	-	66,901	2,898
6	-	-	60,228	2,142	54,196	2,996
8	63,337	2,337	63,007	2,240	64,430	6,688
10	65,642	2,808	55,381	3,133	61,431	2,780
12	60,387	2,997	51,786	2,016	-	-
14	59,661	4,140	61,584	1,866	-	-
16	62,695	2,234	-	-	-	-

O valor obtido por tratamento é a média de 8 corpos de prova.

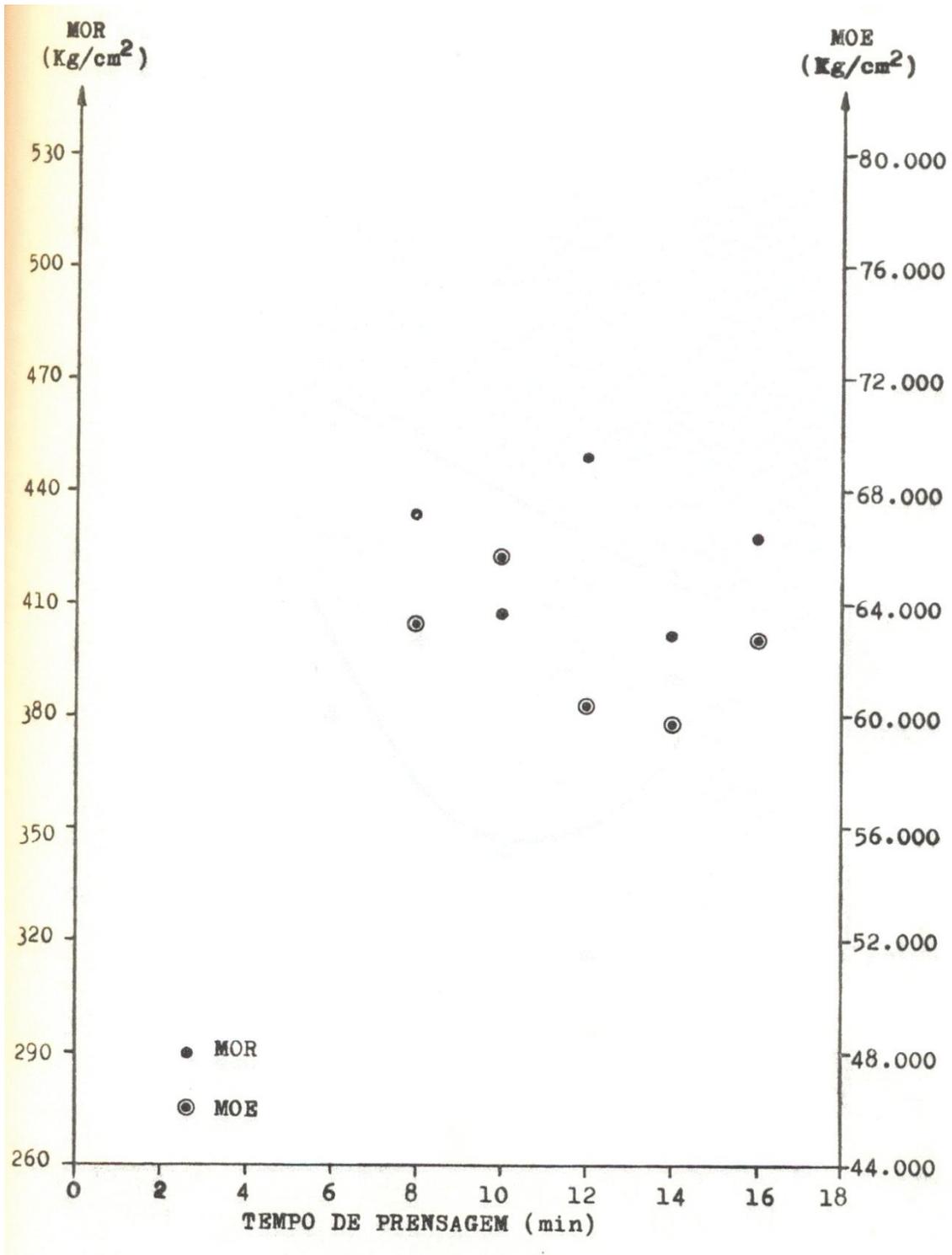


Figura 8. Variação dos módulos de ruptura (MOR) e elasticidade (MOE) em função do tempo de prensagem à temperatura de 95,0°C.

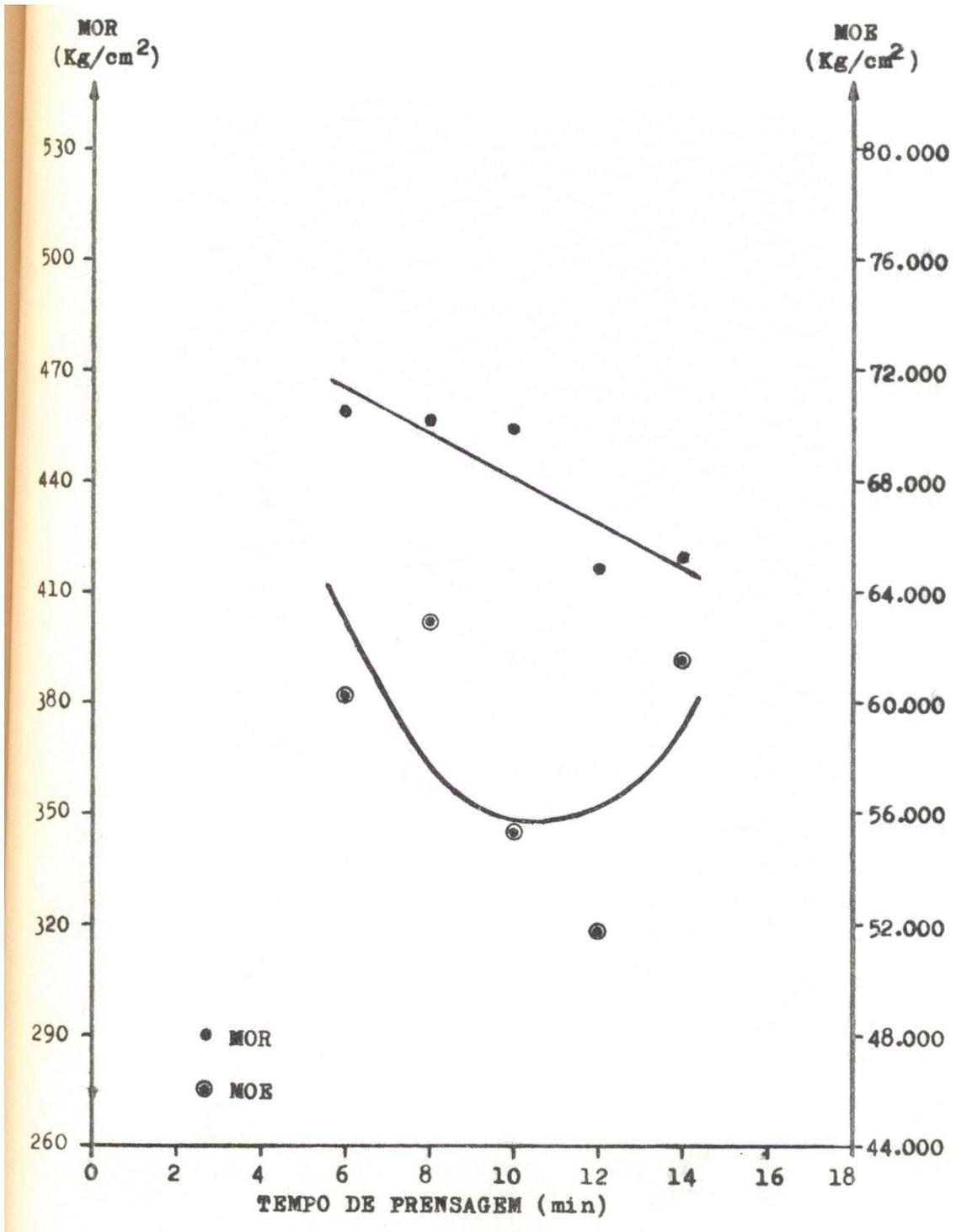


Figura 9. Variação dos módulos de ruptura (MOR) e elasticidade (MOE) em função do tempo de prensagem à temperatura de 105,0°C.

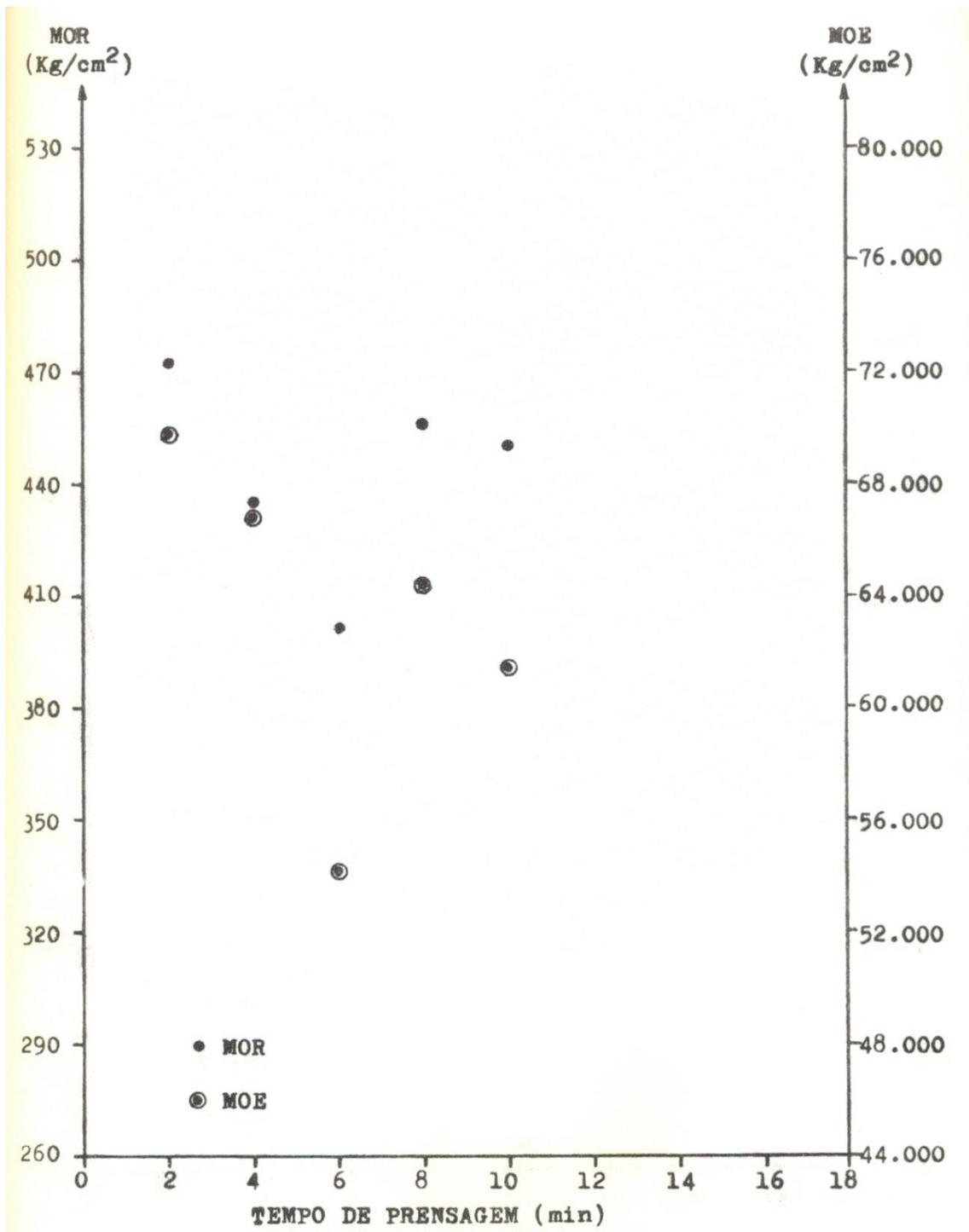


Figura 10. Variação dos módulos de ruptura (MOR) e elasticidade (MOE) em função do tempo de prensagem à temperatura de 120,0°C.

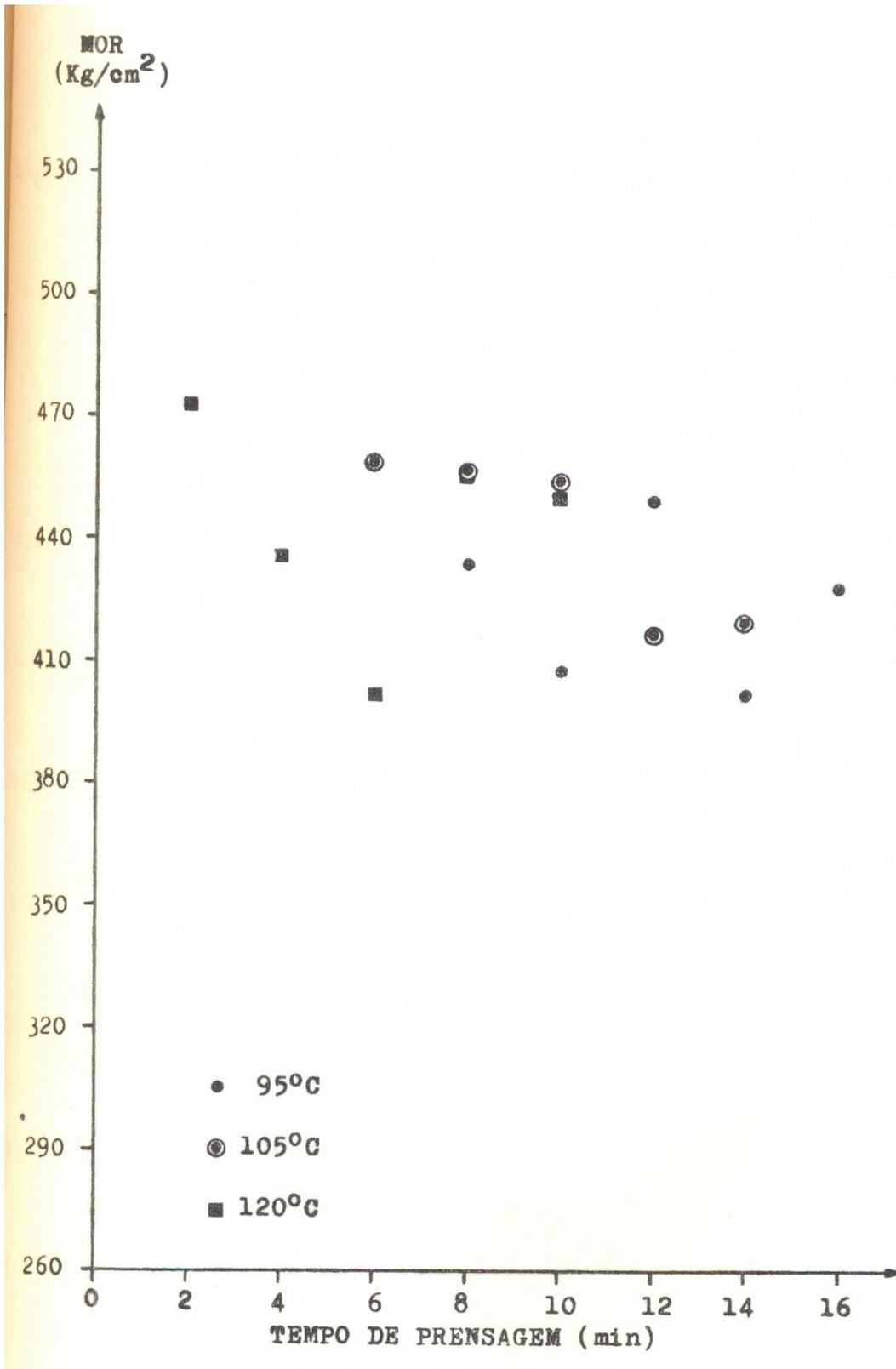


Figura 11. Variação do módulo de ruptura (MOR) em função do tempo e da temperatura de prensagem.

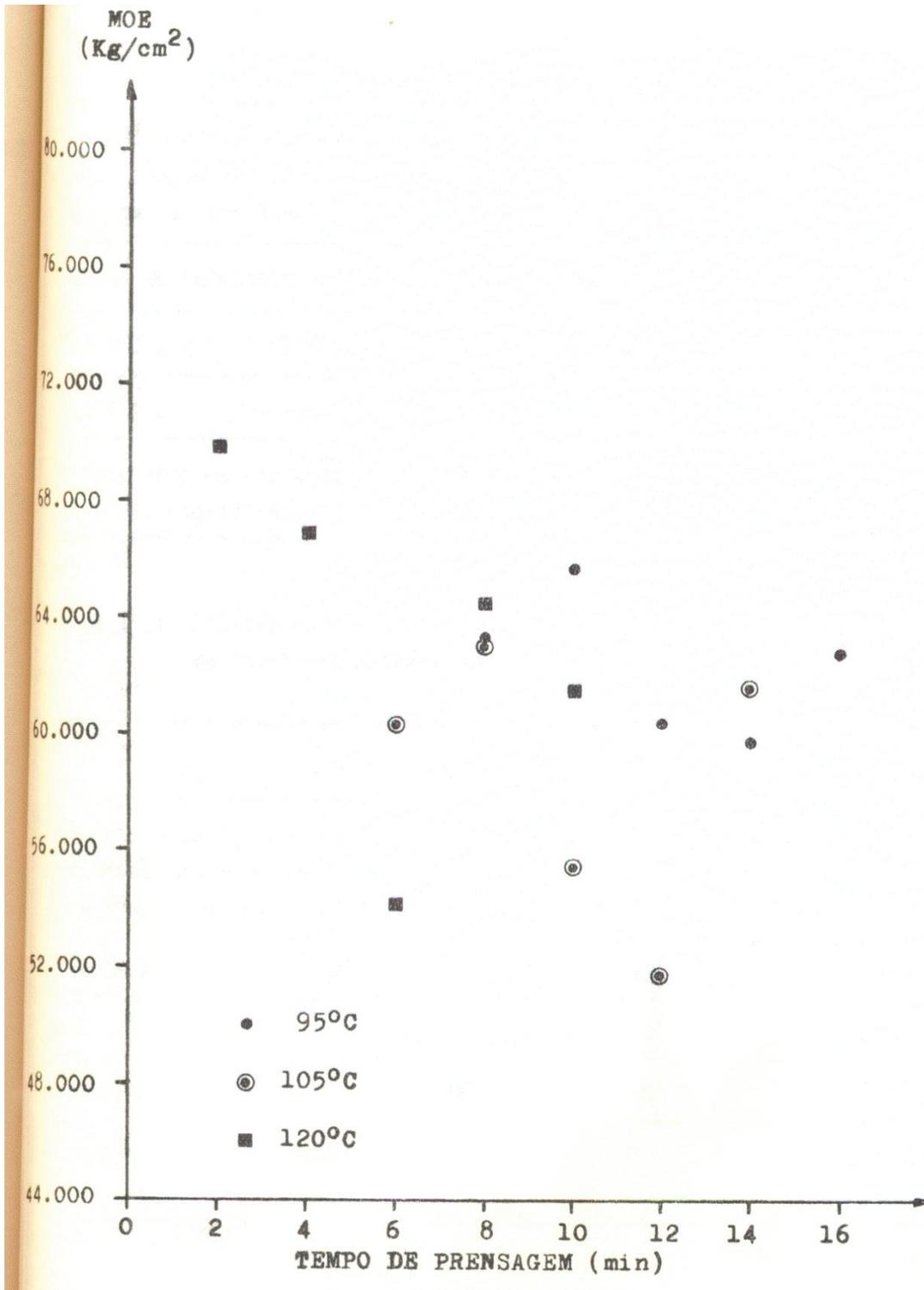


Figura 12. Variação do módulo de ruptura (MOE) em função do tempo e da temperatura de prensagem.

TABELA 20. Análise de variância para os resultados do módulo de ruptura (MOR) dos painéis prensados à 95°C.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Regressão do 1º Grau	1	296,5	296,5	0,09 ns
Regressão do 2º Grau	1	128,6	128,6	0,04 ns
Desvios da Regressão	2	11.601,2	5.800,6	1,67 ns
TEMPOS DE PRENSAGEM	(4)	12.026,3	3.066,6	0,87 ns
RESÍDUO	35	121.573,3	3.473,5	
TOTAL	39	133.599,6	3.473,5	

Coeficiente de variação (CV) = 13,9%

ns = não significativo

TABELA 21. Análise da variância para os resultados do módulo de elasticidade (MOE) dos painéis prensados à 95°C.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Regressão do 1º Grau	1	4,223.10 ⁷	4,223.10 ⁷	0,59 ns
Regressão do 2º Grau	1	2,049.10 ⁷	2,049.10 ⁷	0,29 ns
Desvios da Regressão	2	12.141,10 ⁷	6.071.10 ⁷	0,85 ns
TEMPOS DE PRENSAGEM	(4)	18.413,10 ⁷	4.603.10 ⁷	0,65 ns
RESÍDUO	35	249,231.10 ⁷	7,121.10 ⁷	
TOTAL	39	267,644.10 ⁷		

Coeficiente de variação (CV) = 13,5%

ns = não significativo

TABELA 22. Análise da variância para os resultados do módulo de ruptura (MOR) dos painéis prensados à 105,0°C.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Regressão do 1º Grau	1	11.520,0	11.520,0	4,36 *
Regressão do 2º Grau	1	371,6	371,6	0,14 ns
Desvios da Regressão	2	2,827,0	1.413,5	0,54 ns
TEMPOS DE MONTAGEM (T)	(4)	14.718,6	3.679,7	1,39 ns
RESÍDUO	35	92.432,5	2.640,9	
TOTAL	39	107.151,1		

Coeficiente de variação (CV) = 11,7%

ns = não significativo

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

Equação do 1º Grau: MOR = 501,15 – 6,0 (T)

$$r^2 = 0,1075 *$$

TABELA 23. Análise da variância para os resultados do módulo de elasticidade (MOE) dos painéis prensados à 105,0°C.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Regressão do 1º Grau	1	5,793.10 ⁷	5,793.10 ⁷	1,34 ns
Regressão do 2º Grau	1	18,657.10 ⁷	18,657.10 ⁷	4,32*
Desvios da Regressão	2	45,606.10	22,803.10 ⁷	5,28 ns
TEMPOS DE MONTAGEM (T)	(4)	70,056.10 ⁷	17,514.10 ⁷	4,06 **
RESÍDUO	35	151,025.10 ⁷	4,315.10 ⁷	
TOTAL	39	221,081.10 ⁷		

Coeficiente de variação (CV) = 11,3%

ns = não significativo

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

Equação do 2º Grau: MOE = 92.335,80 – 6,878,48 (T) + 322,65 (T)²

$$r^2 = 0,1106 *$$

TABELA 24. Análise da variância para os resultados do módulo de ruptura (MOR) dos painéis prensados à 120,0°C.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Regressão do 1º Grau	1	382,8	382,8	0,07 ns
Regressão do 2º Grau	1	12.835,7	12.835,7	2,39 ns
Desvios da Regressão	2	9.559,9	4.779,9	0,89 ns
TEMPOS DE MONTAGEM (T)	(4)	22.778,4	5.694,6	1,06 ns
RESÍDUO	35	187.948,7	5.370,0	
TOTAL	39	210.763,1		

Coefficiente de variação (CV) = 16,5%

ns = não significativo

TABELA 25. Análise da variância para os resultados do módulo de elasticidade (MOE) dos painéis prensados à 120,0°C.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Regressão do 1º Grau	1	29,670.10 ⁷	29,670.10 ⁷	2,19 ns
Regressão do 2º Grau	1	29.678.10 ⁷	29.678.10 ⁷	2,19 ns
Desvios da Regressão	2	55,199.10 ⁷	27,600.10 ⁷	2,03 ns
TEMPOS DE MONTAGEM (T)	(4)	114,547.10 ⁷	28,637 10 ⁷	2,11 ns
RESÍDUO	35	475,202.10 ⁷	13,577.10 ⁷	
TOTAL	39	589,749.10 ⁷		

Coefficiente de variação (CV) = 18,4%

ns = não significativo

Os resultados da Tabela 16 mostram que a temperatura mais eficiente foi a de 105°C, quando a partir de 8 minutos de prensagem obtem-se um painel com alta resistência à umidade. É provável que os tempos de prensagem à temperatura de 95°C não tenham sido suficientes para que ocorresse o máximo de polimerização no adesivo; do passo que à 120°C pode ter ocorrido a formação de vapor entre as lâminas (proveniente da umidade das lâminas e da água do adesivo), que explicaria o fato de apenas os tempos de 6 a 10 minutos passarem no teste.

Por outro lado, no teste Tipo III todos os tratamentos foram aprovados. Deve-se notar que apenas à temperatura de 95°C ocorreram falhas, embora em número insuficiente para desclassificar o painel.

No que diz respeito à resistência mecânica, observa-se pela análise da variância que não houveram diferenças significativas em função dos diferentes tempos de prensagem, com exceção do módulo de elasticidade à 105°C onde o tempo de 8 minutos resulta em valores estatisticamente diferentes daqueles obtidos em 12 minutos.

A 105°C comprovou-se uma correlação entre o tempo de prensagem e a resistência à flexão estática, linear para o módulo de ruptura e do 2º grau para o módulo de elasticidade. É importante observar que o efeito de tempo de montagem explica apenas 11% da variação da resistência, para ambos os módulos. Isso comprova a hipótese levantada no item 3.1.2., de que o adesivo utilizado neste experimento resulta em linhas de colagem de baixa qualidade, de forma que a resistência mecânica do painel refletirá de forma acentuada as características da madeira.

Nota-se que os resultados obtidos a 95°C são similares aos obtidos no ensaio sobre a interação entre tempo de montagem e quantidade de adesivo. Embora não seja aconselhável o uso da formulação descrita na Tabela 2, pode-se verificar claramente a interação existente entre as diversas variáveis do processo de colagem.

Aplicando-se 350,0 g/m² de adesivo e prensando a 95°C, o painel resultante não terá alta resistência à umidade, independentemente do tempo de montagem. Aumentando-se a temperatura da prensa para 105°C melhora-se a resistência da linha de cola. No caso de painéis de qualidade inferior, para embalagens e caixotaria, essa interação torna-se mais importante ainda, sendo possível controlar a capacidade da produção industrial. Ajustando-se a quantidade de cola pode-se operar com qualquer tempo de montagem, e com um simples aumento na temperatura de prensagem é possível aumentar consideravelmente a capacidade da prensa.

Supondo-se uma unidade industrial que possua uma prensa de 5 aberturas, ela poderá produzir desde 20 painéis/hora (14 minutos de prensagem a 95°C) até 150 painéis/hora (2 minutos de prensagem a 120°C) com a mesma resistência à umidade. Caso seja necessário melhorar ou manter constantes as características de resistência mecânica, pode-se aumentar a quantidade do adesivo a ser aplicada no painel.

4. Conclusões

Com base na análise e discussão dos resultados obtidos, podem ser tiradas as seguintes conclusões:

a) Condições adequadas na laminação do Pinus caribaea var. hondurensis (regulagem correta do torno desenrolador e temperatura de corte em torno de 38°C) resultam em lâminas de boa qualidade;

b) É necessário efetuar a desrama artificial nas árvores destinadas à manufatura de compensados, pois a presença de nós impede que as lâminas sejam utilizadas como capas nos painéis;

c) Aumentando-se a quantidade de adesivo, na faixa entre 250 e 400 g/m² em linha dupla, melhoram as características do painel, principalmente a resistência à umidade da linha de cola;

d) Na manufatura de compensados de Pinus caribaea var. hondurensis com resina de uréia-formaldeído é desaconselhável a adição do pó de cascas vegetais (enchedor) na formulação do adesivo;

e) Embora a temperatura de 105°C tenha se mostrado a mais conveniente para a operação de prensagem, é provável que a formulação do adesivo utilizado no experimento tenha mascarado as interações existentes entre as variáveis do processo de colagem;

f) Conhecendo-se o relacionamento entre as variáveis do processo de colagem é possível controlar a qualidade do painel e a capacidade de produção em uma unidade industrial.

5. Agradecimentos

Pretende-se registrar aqui os agradecimentos ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo pela colaboração prestada fornecendo a madeira utilizada nestes experimentos.

6. Referências bibliográficas

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIAL – Annual book of ASTM standards. Part 16 (wood. adhesives). Philadelphia, ASTM, 1973.

BLOMQUIST, R. F. & W. Z. OLSON. – Experiments in gluing southern pine veneer. Madison, Forest Products Laboratory, 1964. 33 p.

CHOW, S. – Z. & W. V. HANCOCK. – Method for determining degree of cure of phenolic resin. Forest Products Journal, 19 (4): 21-9. 1969.

FEIHL, O. et alii. – The Rotary-cut of Douglas-fir: Ottawa, Department of Forestry, 1965. 31 p.

JANKOWSKY, I. P. – Qualidade das lâminas de Pinus strobus (Martinez) var. chiapensis obtidas por desenrolamento. IPEF, Piracicaba, (16): 50-9. 1978.

JANKOWSKY, I. P. – Manufatura de painéis compensados com madeira de Pinus spp e Eucalyptus spp. (Relatório de atividades, CNPq) dezembro de 1979, 21p. não publicado.

JANKOWSKY, I. P. – Variação da resistência à flexão estática do compensado de Pinus caribaea var. hondurensis, em função da quantidade de extensor e do tempo de montagem. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, 124:1-8. Dezembro 1980.

KOCH, P. – Utilization of the southern pines. Washington, USDA, 1972. v.1.

KOLLMANN, F. F. P.; E. W. KUENZI & A. J. STAMM. – Principles of wood science and technology. v.2 (wood based materials) Berlin, Springer-Verlag, 1975. 703.

SELBO, M. L. – Adhesive bonding of wood. Washington, USDA, 1975. 122 p.

SUTULA, P. R., coord. – Hardwood and decorative plywood. Washington, National Bureau of Standards, 1972. 16 p.

WALLIS, N. K. – Australian timber handbook. Sidney, Halstead Press, 1970, 1970. 340 p.

Esta publicação é editada pelo INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS, convênio Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos contidos nesta publicação, sem autorização prévia da comissão editorial.

Periodicidade - *irregular*

Permuta com Publicações Florestais

Endereço:

*IPEF – BIBLIOTECA
ESALQ/USP
Caixa Postal, 9
Fone: 33-2080
13.400 – Piracicaba – SP.
Brasil*

Comissão Editorial

*Marialice Metzker Poggiani – Bibliotecária
José Elidney Pinto Jr.
Comissão de Pesquisas do Departamento de Silvicultura – Esalq/USP
Prof. Fabio Poggiani
Prof. Mario Ferreira*

Diretoria do IPEF

Diretor Científico – Prof. João Walter Simões

Divulgação e Integração – IPEF

José Elidney Pinto Jr.